

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y SENSORIAL DE OCHO GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA LA PRODUCCIÓN DE ELOTE

AGRONOMIC AND SENSORY EVALUATION OF EIGHT TYPES OF MAIZE (*Zea mays* L.) FOR CORNCOB PRODUCTION

Fernández-González, I.¹; Jaramillo-Villanueva, J.L.²; Hernández Guzmán, J.A.²; Cadena-Iñiguez, P.³

¹Estudiante de Postgrado en el Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional del Colegio de Posgraduados, *Campus* Puebla, ²Profesor investigador del Colegio de Posgraduados *Campus* Puebla. ³Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro de Chiapas.

Autor responsable: jaramillo@colpos.mx

RESUMEN

En Chiapas, México, se cultivan diversas variedades de maíz (*Zea mays*) para producir elote, aun cuando no fueron formadas para ese fin. Los productores siembran variedades nativas o mejoradas, sin embargo no se han realizado trabajos para determinar si la calidad de los materiales biológicos orientados a la producción de grano son apropiados para elote; y si existe aceptación por parte de los consumidores. Se evaluaron agrónomicamente ocho materiales de maíz, para identificar los genotipos que reúnen las características de mercado para producir elote con satisfacción del consumidor, aplicando una evaluación sensorial. Se estableció un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, sembrando en mayo 2013 en Úrsulo Galván, Villaflores, Chiapas, y su evaluación sensorial en agosto del mismo año. Las muestras se evaluaron mediante una escala hedónica de nueve puntos, registrando diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). La variedad V-526 registró las mejores características agrónomicas en longitud (20.5 cm) y diámetro (5.0 cm) mientras que la variedad Cristiani Burkad registró el mayor contenido de sólidos solubles totales (12.5 °Bx). Todos los genotipos fueron evaluados positivamente por los consumidores, con una calificación de +2 (me gusta), sin embargo, los de mayor aceptación fueron el H-520, A7573 y V-526, con 78.7, 73.7 y 72.3%.

Palabras claves: Producción elotera, escala hedónica, Villaflores.

ABSTRACT

In Chiapas, México, diverse maize varieties (*Zea mays*) are cultivated to produce corn on the cob, even when they were not formed for this purpose. Producers sow native or improved varieties, although studies have not yet been performed to determine whether the quality of the biological materials directed at grain production is appropriate for corncob; and whether there is acceptance by consumers. Eight maize materials were evaluated in agronomical terms, in order to identify the genotypes that fulfill the market characteristics to produce corncob with consumer satisfaction, applying a sensory evaluation. A completely random block design with four repetitions was used in Úrsulo Galván, Villaflores, Chiapas, sowing on May 2013 and performing the sensory evaluation in August of the same year. The samples were evaluated through a hedonic scale of nine points, recording highly significant differences ($P \leq 0.01$). The V-526 variety showed the best agronomic characteristics in length (20.5 cm) and diameter (5.0 cm), while the Cristiani Burkad variety showed the highest content of total soluble solids (12.5 °Bx). All the genotypes were evaluated positively by the consumers, with a grade of +2 (like it); however, those of highest acceptance were H-520, A7573 and V-526, with 78.7, 73.7 and 72.3%.

Keywords: corncob production, hedonic scale, Villaflores.

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz (*Zea mays*) es una actividad importante para la economía de familias campesinas por venta de grano para generar ingreso en diversos periodos del año. Paliwal *et al.* (2001) consideran al maíz como el cultivo más sensible y, de la agricultura, el que más afecta a la economía campesina. Entre las formas de aprovechamiento del maíz se tiene a la producción de elote (estado fenológico lechoso), que representa mayores ventajas respecto al aprovechamiento del grano, debido a que su ciclo de cultivo es más corto y propicia la posibilidad de desarrollar otra siembra si las condiciones ambientales lo permiten; pero además, una vez cosechado el elote, permite aprovechar el forraje para ensilado o para uso directo en la alimentación del ganado.

En México la superficie sembrada para la producción de elotes es de 60, 715 hectáreas el cual tiene una producción de 60,270 toneladas y un rendimiento promedio de 12.5 ton ha^{-1} (SIAP, 2014). Entre los estados con mayor superficie sembrada se encuentra Puebla, San Luis Potosí y Morelos, con una superficie sembrada de 15,393, 8,996 y 7,976 hectáreas respectivamente (SIAP, 2014). En el estado de Chiapas en el 2011, en la modalidad de riego se sembró una superficie de 11,320 hectáreas, de las cuales no se tiene cifras de la cantidad destinada para la producción de granos y elote (INEGI, 2012).

Las características de calidad que se buscan en las variedades eloterías son altos rendimientos por unidad de área (Simonne *et al.*, 1999), buena calidad física de elote, que consiste en mayor peso, homogeneidad en tamaño, cobertura del totemoxtle ("hoja"), buena apariencia y uniformidad a la cosecha (Tracy, 2000). Otro factor importante de la calidad es el sabor del grano tierno. Hay evidencias de que el sabor dulce y textura suave son los principales atributos sensoriales para determinar la aceptación general del elote por los consumidores (Azanza *et al.*, 1994). En cuanto a la calidad del grano tierno, hay reportados diversos trabajos como los de Coutiño *et al.* (2010), Arellano *et al.* (2010) y Ortiz *et al.* (2013), quienes evaluaron materiales nativos o locales, registrando que existen materiales genéticos con potencial para la producción de elote.

En Chiapas, en condiciones de riego, se cultivan diversas variedades de maíz para ser aprovechadas en elote,

aun cuando no fueron seleccionadas o formadas para ese fin (Turrent *et al.*, 2004) y se basan en características favorables como longitud de elote, número de hileras de granos y sabor dulce (Coutiño *et al.*, 2010). Con base en lo anterior, se realizó en el Municipio de Villaflores, Chiapas, una evaluación para determinar si la calidad de variedades comerciales de maíz destinadas para grano, son apropiadas para la producción de elote, y si existe aceptación por los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en mayo de 2013, en la localidad de Úrsulo Galván, municipio de Villaflores, Chiapas, México ($93^{\circ} 24' 53'' \text{ N}$ y $16^{\circ} 16' 46'' \text{ O}$). El clima predominante es cálido sub húmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 1200 mm. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones (Cochran y Cox, 1965). La unidad experimental constó de cuatro surcos de 5 m de longitud y separación entre surcos de 0.8 m; y una parcela útil de dos surcos centrales. Se fertilizó con la fórmula 160N-100P-00K, aplicando a la siembra todo el fósforo y la mitad del nitrógeno; el resto del nitrógeno se aplicó en la primera escarda, a los 45 días después de la siembra. El experimento se inició con riego de auxilio y finalizó con temporal. Se evaluaron las variedades comerciales de maíz de grano blanco: A7573, V-526, H-520, H-565, DK357, Cristiani Burkad, P4082W y P4063W. El primero de estos se utiliza para la producción extensiva de elote en México (Valdivia *et al.*, 2010); el resto se cultiva en la zona para la producción de grano, con eventual uso elotero.

Como variables se evaluaron el rendimiento de elote en kg ha^{-1} , altura de planta y altura de elote. Además, en una muestra de cinco elotes se evaluó: peso promedio de elote, su longitud, diámetro, número de hileras, granos por hileras, diámetro de elote, longitud de grano y peso de elote. Se utilizaron cinco frutos (mazorca tierna) para preparar una muestra de extracto macerado, y en la solución se determinó el contenido de sólidos solubles totales, con un refractómetro digital (Sper scientific 300001, hecho en China). El resultado se expresó en grados Brix. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confianza (SAS, 1999).

Para determinar las preferencias del consumidor se realizó una prueba de análisis sensorial (Anzaldúa, 2005),

cocinando una muestra de 10 elotes de cada. El contenido se dividió en muestras de 50 g⁻¹. La prueba de degustación se realizó con consumidores no entrenados a degustar las muestras proporcionadas al azar y clasificadas, según su criterio, utilizando la siguiente escala de medición (Anzaldúa, 2005).

1. Me gusta muchísimo; 2. Me gusta mucho; 3. Me gusta; 4. Me gusta ligeramente; 5. Ni me gusta ni me disgusta; 6. Me disgusta ligeramente; 7. Me disgusta; 8. Me disgusta mucho; 9. Me disgusta muchísimo

La muestra de consumidores fue de 61 degustantes, los resultados obtenidos fueron analizados por SPSS versión 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación agronómica

El análisis de varianza (Cuadro 1) mostró que existen diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en todas las variables evaluadas, similar a lo reportado por Coutiño *et al.* (2010) para poblaciones nativas de maíz con características para la producción de elote en el estado de Chiapas. Para la variable rendimiento de elote se registraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$), sobresaliendo el híbrido A7573, que en la región de estudio es ampliamente utilizado para producción de elote con un rendimiento de 19,093 kg ha⁻¹, seguido de la variedad V-526 con 17,903 kg ha⁻¹, los cuales superan los obtenidos con variantes nativas de maíz en Chiapas y a la media nacional que registra 12.5 t ha⁻¹ (SIAP, 2012).

De acuerdo con Olivares (1995), entre las características que se deben buscar para tener elotes de buena calidad se encuentra: buena cobertura de totomoxtle ("hoja"), apariencia fresca y uniforme, filas de granos bien formadas y piezas de elote de buen tamaño, las cuales están estrechamente relacionadas con la longitud del elote. En relación a lo anterior, se registraron diferencias significativas entre variedades, sobresaliendo la V-526 con una longitud media de 20.5 cm, la cual es muy importantes ya que el elote se comercializa por piezas y no por volumen.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia de los valores de F en los factores de variación estudiados de ocho genotipos de maíz (*Zea mays*) evaluados por su calidad elotera.

Variable	Cuadrado medio	Error	CV (%)
Días a floración femenina	2264.05**	104.73	30.9
Días a floración masculina	2204.07**	426.51	26.7
Altura de planta	1281.16**	121.68	4.24
Altura de elote	669.34**	113.36	7.50
Peso de elote	19777.03**	5969.23	12.45
Longitud de elote	2.88**	0.43	3.41
Diámetro de elote	0.22 **	0.04	4.04
Diámetro de olote	0.13 **	0.33	4.90
Longitud de grano	0.07**	0.02	12.2
Número de hileras	6.67**	1.02	6.42
Grados Brix	7.76**	2.01	15.02

CV=coeficiente de variación, **=significativo a $P \leq 0.01$

En cuanto al diámetro ecuatorial de elote, el híbrido P4063W fue el de mayor valor registrando 5.3 cm al igual que en el número de hileras (Cuadro 2), mostrando además que existió una estrecha relación entre el diámetro y número de hileras para la mayoría de los genotipos, a excepción del híbrido H-520, que presentó un diámetro alto de elote (4.8 cm) y un número bajo de hileras (13.1). Existen diversos maíces eloteros, pero el de mejor sabor es el maíz dulce (sweet corn) cultivado en Norteamérica, que difiere de los dentados o cristalinos por tener el gene mutante "Sugary 1" (su1), el cual causa que el endospermo del grano acumule cerca del doble de azúcares comparado con un maíz para grano (Schultheis, 1998; Tracy *et al.*, 2006). En este trabajo se encontró que los materiales con mayor contenido de azúcar fueron Cristiani Burkad y el DK357 con 12.5 y 10.1 grados Brix, respectivamente. En diferentes partes del país se siembran variedades de maíz con alto contenido de azúcar, para ser consumidas en elote (Guerrero *et al.*, 2010).

Evaluación sensorial

Las variedades fueron evaluados positivamente con una calificación de +2 (me gusta). Sin embargo, la Figura 1, los mejor calificados fueron el H-565, seguidos de A7573 y V-526 con 78.7%, 73.7% y 72.3 % de preferencia respectivamente. Como lo demuestran los resultados de esta evaluación sensorial, el contenido de azúcar (Grados Brix) no está relacionado con la preferencia de los consumidores, dado que el genotipo Cristiani burkad (Cuadro 2) presentó el mayor valor de

Cuadro 2. Características agronómicas de ocho genotipos de maíz (*Zea mays*) evaluados por su calidad elotera.

Variedad	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Longitud elote (cm)	Diámetro elote (cm)	Número hileras	Diámetro olote (cm)	Longitud grano (cm)	Grados Brix
V-526	17901 ab	20.6 a	5.0 abc	16.1 ab	3.6 abc	1.3 ab	8.6 b
H-520	15348 bcd	18.3 d	4.7 bc	13.1 c	3.5 bc	1.4 a	9.2 ab
H-565	14718 cd	18.9 bcd	4.8 abc	16.0 ab	3.7 abc	1.2 ab	9.5 ab
A7573	19093 a	20.2 abc	5.2 ab	15.0 bc	3.7 abc	1.1 ab	8.0 b
DK357	16748 abcd	20.2 ab	4.9 abc	15.4 bc	3.6 abc	1.40a	10.1 ab
Cristiani Burkad	14385 d	19.3 abc	4.6 c	15.1 bc	3.3 c	1.3 ab	12.5 a
P4082W	17220 abcd	18.6 dc	5.1 ab	16.9 ab	3.9 ab	1.0 b	8.7 b
P4063W	17675 abc	18.1 d	5.2 a	18.2 a	4.0 a	1.2 ab	8.7 b
DMS	3021	1.5	0.4	2.3	0.4	0.3	3.3

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$).

1. Me gusta muchísimo + 4
2. Me gusta mucho + 3
3. Me gusta + 2
4. Me gusta ligeramente + 1
5. Ni me gusta ni me disgusta 0
6. Me disgusta ligeramente - 1
7. Me disgusta - 2
8. Me disgusta mucho - 3
9. Me disgusta muchísimo - 4

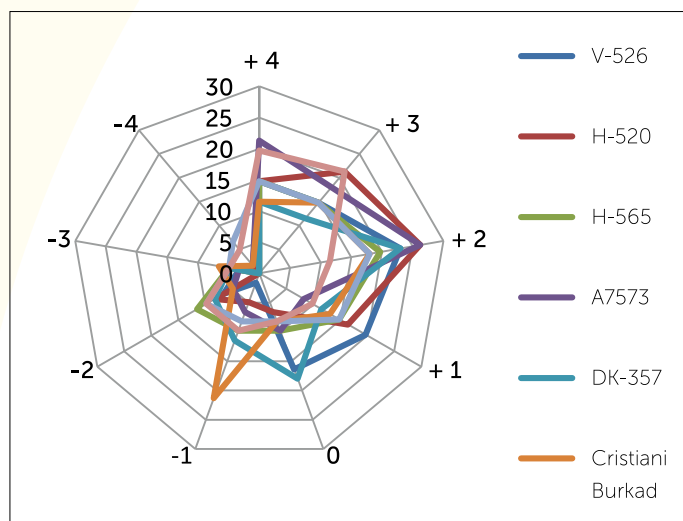


Figura 1. Escala hedónica y calificación obtenida por cada variedad de maíz (*Zea mays*), en la evaluación sensorial de consumidores.

grados brix, sin resultar el más preferido. Esto no coincide con lo reportado por Coutiño *et al.*, 2010, quienes señalan que los maíces dulces con alto contenido de sólidos solubles totales son los más preferidos para su consumo en elote (Figura 2).

CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas entre las variables de maíz evaluadas para aptitud elotera. La variedad V-526 presentó las mejores características agronómicas para la producción de elote, superando a la variedad elotera A7573 en diferentes criterios de calidad. En cuanto a preferencia del consumidor, todas las variedades fueron del gusto general, sin

embargo, la de mayor preferencia fueron H-565, A7573 y V-526; siendo esta última la que reunió las características agronómicas y sensoriales sobresalientes para ser utilizada en la producción de elote en el municipio de Villaflores, Chiapas, México.

LITERATURA CITADA

- Azandua M.A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 77 p.
- Arellano V.J.L., Gámez V.A.J., Ávila P.M.A. 2010. Potencial agronómico de variedades criollas de maíz cacahuacintle en el valle de Toluca. Revista Fitotecnia Mexicana. Pp 37-41.
- Azanza F., Juvik J.A., Klein B.P. 1994. Relationships between sensory quality attributes and kernel chemical composition of fresh-frozen sweet corn. Journal of Food Quality 17(2): 159-172.



Figura 2. Elotes hervidos y degustados en la evaluación sensorial.

- Cochran W.G., Cox G.M. 1965. Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México D.F. 666 p.
- Coutiño E.B.V.A., Vidal-Martínez G., Sánchez-Grajales. 2010. Selección de maíces criollos con calidad elotera bajo condiciones de riego y temporal en Chiapas. In: Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces Criollos. Nájera R. M. B., C. A. Ramírez M. (eds). Publicación Especial. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. D. F. pp: 178-190.
- Guerrero H.M., Ortega C.A., Vidal M.V.A., Palacios V.O., Cota A. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en el Noreste de México In: Mejoramiento y Conservación y usos de los Maíces Criollos. Nájera R. M. B.; Ramírez M. C. A. (eds) Publicación Especial. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, México D.F. pp: 119-129.
- INEGI 2012. Anuario estadístico de Chiapas 2011. Chiapas, México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aeel12/estatal/chis/default.htm>
- Olivares M.F. 1995. Estudio de mercado: producción y comercialización de maíz elotero como hortaliza en la región de Tehuacán Puebla. Tesis de licenciatura UACH. Dpto. de Economía agrícola. Chapingo. p. 82.
- Ortiz T.E., Antonio L.P., Gil M.A., Guerrero R.J., López S.H., Taboada G.O., Hernández G.J.A., Valadez R.M. 2013. Rendimiento y calidad de elote en poblaciones nativas de maíz de Tehuacán, Puebla. Revista Chapingo serie Horticultura 19 (2): 225-238.
- Paliwal R.L., Granados G., Lafitte H.R., Violic A.D. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>
- Simonne E., Boozer R., Simonne A. 1999. Yield, ear characteristics, and consumer acceptance of selected white sweet corn varieties in the southeastern United States. HortTechnology pp: 289-293.
- Schultheis J.R. 1998. Sweet Corn Production. Extension Horticultural Specialist. Department of Horticultural Science. North Carolina Cooperative Extension Service. North Carolina State University. Raleigh, N. C., USA.
- SIAP-SAGARPA. 2012. Estadísticas del Sector Agropecuario. Coordinación General de Agricultura. Disponible en: <http://www.sagarpa-siap.gob.mx>. Consultado en Septiembre 2014.
- Tracy W.F. 2000. Sweet corn. In: Specialty corns Hallauer, A.R. (Ed). CRC Press. Second Edition. Boca Raton, Florida. United States of America pp: 147-187.
- Tracy W.S., Whitt E., Buckler S. 2006. Recurrent Mutation and Genome Evolution: Example of Sugary 1 and the Origin of Sweet Maize. Crop Sci. 46: 49-54.
- Turrent F.A., Camas R.G., López L.A., Cantú A.M., Ramírez S.J., Medina M.J., Palafox C A. 2004. Producción de maíz bajo riego en el Sur-Sureste de México. I. Análisis agronómico. Agric. Téc. Méx. pp: 153-167.
- Valdivia B.R., Caro V.F. De J., Medina T.R., Ortiz C.M., Espinoza C.A., Vidal M.V.A., Ortega C.A. 2010. Contribución genética del criollo Jala en variedades eloteras de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana. pp: 63-67.