



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

ISSN: 2007-0934

revista_atm@yahoo.com.mx

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

México

Gómez Montiel, Noel Orlando; Cantú Almaguer, Miguel Ángel; Vázquez Carrillo, María Gricelda; Hernández Galeno, César del Ángel; Espinosa Calderón, Alejandro; Sierra Macías, Mauro; Coutiño Estrada, Bulmaro de Jesús; Aragón Cuevas, Flavio; Trujillo Campos, Alberto

Híbrido de maíz H-568: nueva opción para áreas de alta productividad del trópico bajo de México

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 5, junio-agosto, 2017, pp. 1213-1218

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263152411018>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Híbrido de maíz H-568: nueva opción para áreas de alta productividad del trópico bajo de México*

H-568 maize hybrid: new option for high productivity areas of the low tropic of Mexico

Noel Orlando Gómez Montiel¹, Miguel Ángel CantúAlmaguer^{1§}, María Gricelda Vázquez Carrillo², César del Ángel Hernández Galeno¹, Alejandro Espinosa Calderón², Mauro Sierra Macías³, Bulmaro de Jesús Coutiño Estrada⁴, Flavio Aragón Cuevas⁵ y Alberto Trujillo Campos⁶

¹Campo Experimental Iguala-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5. Iguala de la Independencia, Guerrero, México. CP. 40000. A P. 29. ²Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Textcoco km 13.5. Textcoco, Estado de México. CP. 56250. AP. 307. ³Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Carretera Federal Veracruz-Córdoba km 34.5. Veracruz, Veracruz. CP. 91700. AP. 429. ⁴Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. Carretera Internacional Ocozocuautila-Zintalapa km 3.0. Ocozocuautila de Espinosa, Chiapas. CP. 29140. ⁵Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP. Melchor Ocampo N° 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca. CP 68200. ⁶Campo Experimental Zacatepec-INIFAP. Carretera Zacatepec-Galeana km 0.5. Zacatepec, Morelos. CP. 62780. [§]Autor para correspondencia: cantu.miguel@inifap.gob.mx.

Resumen

En México el maíz (*Zea mays* L.), es el cultivo de mayor importancia por su superficie sembrada y el rol que juega dentro de la dieta alimentaria del mexicano, ya que su consumo alcanza 200 kg por persona al año y en tortilla se calcula en promedio una ingesta diaria de 225 g. Por ello el Programa de Mejoramiento Genético del INIFAP con sede en Iguala, Guerrero, continúa el proceso de generar nuevos materiales de maíz para las diferentes condiciones de producción en el trópico bajo de México, para la montaña se conservan y mejoran los criollos regionales, en las áreas intermedias con variedades e híbridos varietales y las áreas de alta productividad con híbridos convencionales.

Palabras clave: *Zea mays* L., calidad de grano, rendimiento.

En 2016 se registró el H-568, híbrido de tres líneas, que presenta amplia adaptabilidad, y se puede sembrar en las áreas cálidas de los estados de Guerrero, Michoacán, Chiapas, Tamaulipas, Morelos, Oaxaca y Puebla. Además

Abstract

In México maize (*Zea mays* L.) is the most important crop for its planting area and for the role it plays within the Mexican diet, as its consumption reaches 200 kg per person per year and in tortilla is calculated an average daily intake of 225 g. For this reason, the INIFAP Genetic Improvement Program, based in Iguala, Guerrero, continues the process of generating new maize materials for the different production conditions in the Lower Tropic of México. For the mountain, the regional creoles are conserved and improved, in intermediate areas with varieties and varietal hybrids, and in high productivity areas with conventional hybrids.

Keywords: *Zea mays* L., grain quality, yield.

In 2016, the H-568 was registered, a hybrid of three lines, that shows great adaptability, and can be planted in the warm areas of the states of Guerrero, Michoacán, Chiapas, Tamaulipas, Morelos, Oaxaca and Puebla. It also complies with the

* Recibido: junio de 2017
Aceptado: julio de 2017

cumple con los parámetros comerciales e industriales para la elaboración de tortillas por el método tradicional, nixtamal-masa-tortilla y por las características de su grano también puede ser canalizado a la elaboración de harina nixtamalizada. Este nuevo híbrido de maíz tiene un potencial de rendimiento de grano de 11 t ha⁻¹ y en evaluaciones realizadas en diferentes localidades del trópico bajo de México se obtuvieron rendimientos que fluctuaron de 5.6 a 9.5 t ha⁻¹. Actualmente el INIFAP pone a disposición de productores maiceros del trópico este nuevo híbrido, así como sus progenitores para la producción de semilla certificada. El 'H-568' es un híbrido de tres líneas; se registró en 2016 ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) asignándole el número 3389-MAZ-1783-1710616/C, su caracterización se realizó en el Campo Experimental Iguala del INIFAP en los ciclos de siembra 2012/2013 y 2013/2014 OI con base en la guía técnica de maíz (UPOV, 2009) y en el manual gráfico para la descripción varietal de maíz (Carballo y Benítez, 2003). La estructura del híbrido es (T₄₈ x T₄₇) x T₄₉.

T₄₇. Proviene de la línea original T₁₁ generada en los años 50's en el Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz del INIFAP. Se derivó de la variedad V-520 C, de la raza Tuxpeño colectada en San Rafael, Veracruz, en un clima cálido húmedo y su genealogía corresponde a Cap-348-4-1 (Martínez, 1988; Reyes, 1990). El mejoramiento de la línea T₁₁ se hizo por selección *per se* hacia planta y mazorca más bajas, utilizando un avance endogámico lento para no perderla en el proceso de endogamia, ya que se derivó de un maíz completamente criollo. El proceso consistió en alternar, un ciclo de avance endogámico por uno de recombinación, dado que era una línea de dos autofecundaciones (S₂) y con mucha variabilidad; después de cuatro autofecundaciones se registró como T₄₇, su altura de planta fue de 200 cm en promedio y de mazorca de 110 cm, su floración masculina ocurre a los 58 días y un día después la femenina.

T₄₈. Proviene de la línea original T₁₂ generada en los años 50 en el Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz del INIFAP. Se derivó de la colecta realizada en Tamuín, San Luis Potosí, en un clima cálido seco y su genealogía corresponde a SLP-20-34A-2-2-6#-1-3 (Martínez, 1988; Reyes, 1990). Después de 10 años de mejoramiento convergente, en 2005 se obtuvieron varias versiones de la línea T₁₂ recuperada, las cuales se recombinaron para formar una población de la cual se derivaron nuevas líneas, entre ellas la línea T₁₂

commercial and industrial parameters for the preparation of tortillas by the traditional method, nixtamal-dough-tortilla and due to the characteristics of its grain it can also be channeled to the elaboration of nixtamalized flour. This new maize hybrid has a potential for grain yield of 11 t ha⁻¹ and in evaluations in different locations of the Low Tropic of México yields fluctuating from 5.6 to 9.5 t ha⁻¹ were obtained. Currently INIFAP makes it available to maiceros producers of the tropics this new hybrid, as well as its progenitors for the production of certified seed. The 'H-568' is a three-line hybrid; it was registered in 2016 before the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS), it was assigned with the number 3389-MAZ-1783-1710616/C, its characterization was carried out at the INIFAP's Iguala Experimental Field in the 2012/2013 and 2013/2014 OI sowing cycles based on the maize technical guide (UPOV, 2009) and on the graphic manual for the varietal description of maize (Carballo and Benítez, 2003). The structure of the hybrid is (T₄₈ x T₄₇) x T₄₉.

T₄₇. Comes from the original T₁₁ line generated in the 50's in the INIFAP's Cotaxtla Experimental Field, Veracruz. It was derived from the V-520 C variety, of the Tuxpeño breed collected in San Rafael, Veracruz, in a humid warm climate and its genealogy corresponds to Cap-348-4-1 (Martínez, 1988; Reyes, 1990). T₁₁ line improving was made by selection *per se* to a lower plant and cob, using slow inbreeding in order to not lose it in the inbreeding process, since it derived from a completely native maize. The process consisted of alternating an inbreeding cycle by a recombination one, since it was a line of two self-fertilizations (S₂) and with high variability; after four self-fertilizations it was registered as T₄₇, its plant height was 200 cm on average and cob of 110 cm, the male flowering occurs at 58 days and the female occurs one day after.

T₄₈. Comes from the original T₁₂ line generated in the 50's in the INIFAP's Cotaxtla Experimental Field, Veracruz. It was derived from the collection made in Tamuín, San Luis Potosí, in a warm dry climate and its genealogy corresponds to SLP-20-34A-2-2-6#-1-3 (Martínez, 1988; Reyes, 1990). After 10 years of convergent improvement in 2005 several versions of the recovered T₁₂ line were obtained, which were recombined to form a population from which new lines are derived, including the T₁₂ RC₉₃ line that was registered as T₄₈ (Gómez *et al.*, 1992; Gómez, 1994). Improved T₄₈ line is characterized by low height with 165-180 cm and a 65 to 80 cm cob, it has semierect leaves of plain green color, pods

RC₉₃ que se registró como T₄₈ (Gómez *et al.*, 1992; Gómez, 1994). La línea mejorada T₄₈ se caracteriza por ser de porte bajo con 165-180 cm de altura de planta y de 65 a 80 cm de mazorca, tiene hojas semierectas de color verde normal, las vainas son verde-limón, espiga semiabierta con ramas rectas largas y estigmas de color rosa; la mazorca es corta con 10 a 15 cm de longitud de buena cobertura en las brácteas, de forma cónica cilíndrica, y con 12 a 14 hileras rectas; el grano es de color blanco cremoso y de textura semidentada. La floración promedio masculina durante el ciclo de primavera verano (P-V) ocurre a los 57 días después de la siembra y un día después ocurre la femenina (Gómez *et al.*, 2013).

T₄₇ x T₄₈. La cruce simple de estas dos líneas (T₄₇ x T₄₈) generó un híbrido de porte y ciclo biológico intermedio con una altura de planta promedio de 285 cm y 140 cm de la mazorca, la floración masculina se presenta a los 56 días y la femenina a los 57 días, después de la siembra, sus estigmas son de color verde claro-rosa; las hojas son ligeramente curvadas de color verde limón; la espiga es compacta, con ramas largas con 7 a 9 ramas laterales y espiguillas de color verde; la mazorca es cilíndrica con 17 a 20 cm de longitud, con excelente cobertura de las brácteas, tiene de 14 a 16 hileras dispuestas en forma regular, grano de color blanco cremoso y textura dentada (Gómez *et al.*, 2013).

T₄₉. Se identificó en 2010 como una de las mejor líneas obtenida en Iguala de una colecta de generaciones avanzadas de híbridos comerciales cuya genealogía es HCF₂-91. Se seleccionó por su grano muy blanco y de buen tamaño, actualmente está participando activamente en la nueva generación de híbridos para el trópico bajo de México.

Esta línea se caracteriza por ser de ciclo intermedio, tiene porte de planta y mazorca bajo, su floración masculina la presenta a los 59 días y dos días después la femenina, tiene estigmas con antocianinas de intensidad intermedia, mazorca corta con 12 a 14 hileras de grano en forma recta, sus granos son de color blanco y corona hendida.

“H-568”. El híbrido es de porte intermedio-alto y ciclo biológico de 125 a 130 días, tiene una altura de planta que varía de 270 a 280 cm, tolerante al acame, hojas rectilíneas ligeramente onduladas del margen laminar, de color verde medio, con floración masculina a los 58 días y dos días después la femenina; espiga semi-abierta con 13 a 15 ramas laterales primarias, estigmas de color rosa; mazorca cilíndrica de buena cobertura de las brácteas, tiene 15 a 20 cm

are lime-green, semi-open spike with straight long branches and pink stigmas; the cob is short with 10 to 15 cm of length of good coverage in the bracts, of cylindrical conical shape and with 12 to 14 straight rows; the grain is creamy white and semi-serrated textured. The average male flowering during the summer spring cycle (PV) occurs 57 days after sowing and the day after the female flowering occurs (Gómez *et al.*, 2013).

T₄₇ x T₄₈. The simple cross of these two lines (T₄₇ x T₄₈) generated an intermediate bearing and biological cycle hybrid with an average height of 285 cm and a 140 cm cob, male flowering occurs at 56 days and female at 57 days after sowing, its stigmas are light green-pink; the leaves are slightly curved of lime green color; the spike is compact, with long branches with 7 to 9 lateral branches and green color spikelets; cob is cylindrical with 17 to 20 cm long, with excellent coverage of bracts, having 14 to 16 rows regularly arranged, creamy white grain and serrated texture (Gómez *et al.*, 2013).

T₄₉. It was identified in 2010 as one of the best lines obtained in Iguala from a collection of advanced generations of commercial hybrids whose genealogy is HCF₂-91. It was selected for its very white grain and good size, it is currently actively participating in the new generation of hybrids for the Low Tropic of México.

This line is characterized by being of intermediate cycle, has a low plant and cob size, its male flowering occurs at 59 days and two days later the female, it has stigmas with anthocyanins of intermediate intensity, short cob with 12 to 14 grain rows in straight form, its grains are white and shows a split crown.

“H-568”. The hybrid is intermediate-high size and has a biological cycle of 125 to 130 days, it has a plant height ranging from 270 to 280 cm, tolerant to bending, slightly wavy rectilinear leaves of the laminar margin, medium green color, with male flowering at 58 days and two days later the female flowering; semi-open spike with 13 to 15 primary lateral branches, pink stigmas; cylindrical cob of good bracts coverage, it is 15 to 20 cm length with 14 to 18 straight rows and 31 to 40 grains per row of creamy white color and serrated texture, the appearance of plant and cob are shown in Figure 1. In addition, it shows good characteristics and properties for the production of corn and forage, it meets the commercial and industrial parameters for the preparation of tortillas by the traditional method, nixtamal-dough-tortilla.

de longitud con 14 a 18 hileras rectas y 31 a 40 granos por hilera de color blanco cremoso y textura dentada, el aspecto de planta y mazorca se muestran en la Figura 1. Además, presenta buenas características y propiedades para la producción de elote y forraje, cumple con los parámetros comerciales e industriales para la elaboración de tortillas por el método tradicional, nixtamal-masa-tortilla.

Este nuevo híbrido de maíz se adapta muy bien a la región tropical de los estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Nayarit, Morelos, Veracruz y Tamaulipas con altitudes menores a 1 000 m, con una precipitación que fluctúe de 800 a 1 000 mm, temperatura media anual de 24 a 27 °C y sobre todo a suelos de mediana a alta productividad. Este híbrido se ha evaluado en diferentes estados del trópico de México, así como en diferentes países de Centro América, donde se han obtenido rendimientos de grano, desde 5.6 hasta 9.5 t ha⁻¹ en siembras bajo condiciones de temporal; por otra parte, en la estrategia MasAgro del CIMMYT en su validación semi comercial de híbridos blancos de maíz, realizada en treinta localidades de la República Mexicana durante 2012, el H-568 fue el mejor híbrido en rendimiento de grano superando a materiales testigos de empresas transnacionales.

Entre las características físicas del grano del 'H-568' se puede resaltar que son de tamaño intermedio (PCG < 33 g), con peso hectolítrico de 76.7 kg hL⁻¹; y duros (IF 33%), características que están acordes con su porcentaje de endospermo córneo 42.41%; estos valores están dentro de lo informado para maíces híbridos tropicales del estado de Guerrero (Salinas *et al.*, 2010) y los demandados por los industriales de la masa-tortillas (IMT) y para harina nixtamalizada (IHN) (NMX-034), sus proporciones de pedicelo 1.55%, pericarpio 5.3%, germen 13.3%, endospermo harinoso 37.4% y endospermo córneo 42.4%, lo ubican dentro de los parámetros para maíces dentados comerciales (González, 2009). Su elevada proporción de germen, incrementa el valor nutricional de las tortillas, ya que esta estructura contiene las proteínas y triglicéridos ricos en ácidos grasos como omega 6 (Serna *et al.*, 2013). Mayores proporciones de aceite también mejoran la textura de las tortillas (Vázquez *et al.*, 2015); no obstante, para la industria de harina nixtamalizada sería una limitante, ya que granos con proporciones de germen mayor de 13% dificultan la molienda del nixtamal, pues se atascan los molinos y propician un rápido deterioro de la harina, debido a que estas se fermentan o enrancian muy rápidamente.



Figura 1. Aspecto de planta y mazorca del H-568.

Figure 1. H-568 plant and cob appearance.

This new maize hybrid is very well adapted to the tropical region of the states of Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Nayarit, Morelos, Veracruz and Tamaulipas with altitudes lower than 1 000 m, with a precipitation that fluctuates from 800 to 1 000 mm, average annual temperature of 24 to 27 °C and especially to soils of medium to high productivity. This hybrid has been evaluated in different states of the Tropic of México as well as in different countries of Central America, where grain yields from 5.6 to 9.5 t ha⁻¹ have obtained sin owings under rainfed conditions; on the other hand, in the CIMMYT's MasAgro strategy in its semi-commercial validation of white maize hybrids, carried out in thirty localities of the Mexican Republic during 2012, the H-568 was the best hybrid in grain yield, surpassing the control materials of transnational corporations.

Among the physical characteristics of the 'H-568' grain, it can be emphasized that they are of intermediate size (PCG < 33 g), with hectolitic weight of 76.7 kg hL⁻¹; and hard (IF 33%), characteristics that are in agreement with its percentage of corneal endosperm 42.41%; these values are within reported for tropical maize hybrids in Guerrero (Salinas *et al.*, 2010) and those demanded by the dough-tortilla industrials (IMT) and nixtamalized flour (IHN) (NMX-034), pedicel proportions of 1.55%, pericarp 5.3%, germ 13.3%, floury endosperm 37.4% and corneum endosperm 42.4%, place it within the parameters for commercial toothed maize (González, 2009). Its high proportion of germ, increases the nutritional value of tortillas, since this structure contains protein and triglycerides rich in omega-6 fatty acids (Serna *et al.*, 2013). Higher proportions of oil also improves the texture of tortillas (Vázquez *et al.*, 2015.); however, for the nixtamalized flour industry it would be a limitation, since grains with germ proportions greater than 13% make the nixtamal grinding difficult, since the mills are jammed and cause a rapid deterioration of the flour, because they are quickly fermented.

En cuanto a la calidad nixtamalera-tortillera, la humedad de su nixtamal es 48.6%, en masa 55.91%, en tortillas recién elaboradas es de 42.1% y 24 h después de almacenadas a 4 °C es de 43%. Lo anterior indica que los granos del híbrido 'H-568' se humedecen apropiadamente con el tiempo de cocción (45 min) y de reposo (18 h), y alcanzan humedades semejantes a los híbridos con mayor dureza, lo que contribuye a altos rendimientos de masa, 1.93 kg kg⁻¹ de maíz y tortillas 1.52 kg kg⁻¹ de maíz (Salinas *et al.*, 2010). Por lo que respecta al color de grano y sus tortillas, la luminosidad en los granos fue alta 74.73, indicando que estos son translúcidos y brillantes. En tortillas este valor se incrementó especialmente a dos horas de elaboradas, cambios que se deben a la gelatinización de los almidones. La reducción de los valores en el color en tortillas a 24 h, fueron mínimos y se deben al enfriamiento y retrogradación de los almidones. Por lo que se puede concluir que, por las características de su grano, en la elaboración de tortillas el híbrido 'H-568' es una buena opción para su aprovechamiento y consumo como tortilla, siguiendo el proceso tradicional masa- tortilla, así como también ser canalizado a la elaboración de harina nixtamalizada.

La producción de semilla del híbrido H-568 se debe realizar en un lote aislado siguiendo las normas establecidas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) en cuanto aislamiento por distancia o tiempo (Coutiño, 1993; Vallejo *et al.*, 2008); puede utilizarse la relación hembra:macho de 2:1 o 4:2, sembrando al mismo tiempo los progenitores masculino y femenino. Se recomienda densidades de población de 60 000 y 70 000 plantas ha⁻¹ en la hembra y macho respectivamente; de esta forma se produce en promedio 5 t ha⁻¹ de semilla beneficiada si se tiene un buen manejo agronómico. El INIFAP pone a disposición de organizaciones de productores y microempresas, la semilla registrada de los progenitores para que produzcan la semilla certificada.

As for the nixtamalera-tortillera quality, the humidity of its nixtamal is 48.6%, in dough 55.91%, in recently made tortillas is 42.1% and 24 hours after stored at 4 °C is 43%. This indicates that the grains of the 'H-568' hybrid are properly dampened with cooking time (45 min) and rest (18 h), reaching humidity similar to hybrids with greater hardness, which contributes to high dough yields, 1.93 kg kg⁻¹ maize and tortilla of 1.52 kg kg⁻¹ maize (Salinas *et al.*, 2010). Regarding the grain color and its tortillas, the luminosity in the grains was high 74.73, indicating that these are translucent and bright. In tortillas this value increased especially after two hours of elaboration, changes that are due to the gelatinization of the starches. The reduction of the values in the color in tortillas at 24 h, were minimal and are due to the cooling and retrogradation of the starches. As a result of the characteristics of its grain, the 'H-568' hybrid is a good choice for its use and consumption as tortilla, following the traditional dough- tortilla process, as well as channeled to the production of nixtamalized flour.

The seeds production of H-568 hybrid should be performed in a isolated batch following the standards set by the National Service for Inspection and Seed Certification (SNICS) regarding to isolation by distance or time (Coutiño, 1993; Vallejo *et al.*, 2008); the female: male ratio of 2:1 or 4:2 can be used, sowing the male and female progenitors at the same time. Densities of 60 000 and 70 000 plants ha⁻¹ are recommended of female and male respectively; thus it occurs on average 5 t ha⁻¹ of benefit seeds if there is a good agronomic management. INIFAP makes it available to producer organizations and micro-enterprises, the registered seed of the parents to produce the certified seed.

End of the English version



Literatura citada

- Carballo, C. A. y Benítez, V. A. A 2003. Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (*Zea mays* L.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. 114 p.
- Coutiño, E. B. 1993. Normas y técnicas para producir semilla certificada de variedades de maíz. Ocozocoautla, Chis. CECECH-CIRPAS-INIFAP. Folleto técnico núm. 7. 32 p.
- Gómez, M. N. O.; Castillo, G. F. y Cañedo, C. J. 1992. Definición del mejor progenitor en el programa de hibridación en maíz en Guerrero. In: Resumen. XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Chapingo, Estado de México. 301 p.
- Gómez, M. N. O. 1994. Efecto del nivel de retrocruzamiento en el mejoramiento convergente de dos líneas de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Doctorado Colegio de Posgraduados. México.
- Gómez, M. N. O.; Cantú, A. M. A.; Sierra, S. M.; Hernández, G. C. del A.; Espinosa, C. A. y González, C. M. 2013. Maíz híbrido H-565, nueva versión del H-507 para el trópico bajo de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4(5):819-824.
- González, A. U. 2009. El maíz y su conservación. Edit. Trillas. México, D. F. 399 p.

- Martínez, C. J. J. 1988. Mejoramiento convergente en líneas de maíz considerando rendimiento, adaptabilidad y calidad de semilla como criterios de selección. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- NMX-FF-034/1-SCFI-2002. 2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-cereales-parte I: maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado-especificaciones y métodos de prueba. Dirección General de Normas. SAGARPA. México, D.F. 33 p.
- Reyes, P. C. 1990. El maíz y su cultivo. AGT Editor, S. A. México, D. F. 179-188 p.
- Salinas, M. Y.; Gómez, M. N. O.; Cervantes, M. J. E.; Sierra, M. M.; Palafox, C. A.; Betanzos, M. E. y Coutiño, E. B. 2010. Calidad nixtamalero y tortillera en maíces del trópico húmedo y sub-húmedo de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(4):509-523.
- Serna, S. S. O.; Gutiérrez, U. J. A.; Mora, R. S. y García, L. S. N. 2013. Potencial nutraceutico de los maíces criollos y cambios durante el procedimiento tradicional y en extrusión. *Rev. Fitotec.* 36:295-304.
- UPOV. 2009. Guide lines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Maize.UPOV Code: zeaaa_may. *Zea mays* L. TG/2/7. Geneva, Switzerland 64 p.
- Vallejo, D. H. L.; Ramírez, D. J. L.; Chuela, B. M. y Ramírez, Z. R. 2008. Manual de producción de semilla de maíz. Estudio de caso. Campo Experimental Uruapan. CIRPAC-INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. Folleto técnico núm. 14. 84 p.
- Vázquez, C. M. G.; Santiago, R. D.; Gaytan, M. M.; Morales, S. E. y Guerrero, H. M. de J. 2015. High oil content maize: physical, thermal and rheological properties of grain, masa, and tortillas. *LWT- Food Sci Technol.* 60:156-161.