



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

# HOJADEMAÍZ

(*Zea mays* L.), IMPORTANTE ACTIVIDAD EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Andrés-Meza, P.<sup>1</sup>; Sierra-Macías, M.<sup>2</sup>; Espinosa-Calderón, A.<sup>3</sup>; Gómez-Montiel, N.O.<sup>4</sup>; Palafox-Caballero, A.<sup>2</sup>; Rodríguez-Montalvo, F.A.<sup>2</sup>; Tadeo-Robledo, M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Doctorado. Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. <sup>2</sup>Campo Experimental Coxtatla-INIFAP. 92277. Medellín de Bravo, Estado de Veracruz. <sup>3</sup>Campo Experimental Valle de México-INIFAP. 56250. Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. <sup>4</sup>Campo Experimental Iguala-INIFAP. 40000. Iguala, Estado de Guerrero. <sup>5</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 54714. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Autor responsable: [sierra.mauro@inifap.gob.mx](mailto:sierra.mauro@inifap.gob.mx)

## RESUMEN

**M**esoamérica es considerada a nivel mundial como uno de los centros de diversidad primaria y posible centro de origen y domesticación del maíz (*Zea mays* L.). Se cuenta con amplia diversidad de maíces y gran variedad de platillos y usos especializados, como tortillas, pinole, tamales, tostadas, pozole, tejuino, piznate, atole, marquezote, tlayudas y totopos, principalmente, y uno de los grandes logros ha sido el proceso de nixtamalización para la elaboración de la masa para tortillas y tamales. Para los cuales se usa la hoja del maíz. Se describe el proceso que involucra el beneficio de la hoja de maíz para tamal y su importancia como cultivo en la región norte del estado de Veracruz, México, registrando que la producción de hoja para la elaboración de tamales y artesanías es una actividad importante en la zona referida, generando ingresos económicos alternativos por venta del grano, la cual conserva un rasgo cultural precolombino.

**Palabras clave:** totomoxtle, diversidad, beneficio de hoja, cultura totonaca.

## INTRODUCCIÓN

Los géneros *Tripsacum* sp. y *Zea* sp., son los dos grupos taxonómicos más emparentados con el maíz moderno (*Zea mays*). Estos géneros un número de características morfológicas en



común (Iltis *et al.*, 1979). La sección *Tripsacum* sp., tiene un mayor número de especies, con un amplio rango geográfico (Doebley, 1983); su número cromosómico básico es  $x=18$ , y puede ser diploide, triploide y con mayores niveles de ploidía. Por otro lado, *Zea* sp., contiene dos especies perennes (*Zea diploperennis* y *Zea perennis*), dos anuales (*Zea luxurians* y *Zea mays* L.) y una más descrita recientemente *Zea nicaraguensis* (Kato *et al.*, 2009). La sección *Zea* contiene una simple especie con las subespecies *Z. mays* spp. *mays* (maíz), *Z. mays* spp. *mexicana* (un teocintle anual con una gran espiguilla de alta elevación del centro y norte de México) y *Z. mays* spp. *parviglumis* (un teocintle anual con una pequeña espiguilla de media elevación en el suroeste de México y occidente de Guatemala). La evidencia genética, morfológica y bioquímica sugiere que esta última es el ancestro directo del maíz cultivado (Doebley, 1983).

Aun cuando existen trabajos relacionados con el origen y la distribución de las razas de maíz en México, actualmente existen diversas hipótesis en relación con este gran enigma; algunos investigadores han formulado su propia teoría acerca del origen de este importante cereal (Wellhausen *et al.*, 1951; Galinat, 1971; Beadle, 1972; Iltis, 1972; de Wet y Harlan, 1972; Kato, 1976; McClintock, 1978; Doebley *et al.*, 1983; Goodman, 1988; Matsuoka *et al.*, 2002). Autores como Kato *et al.* (2009) formularon la teoría multicéntrica que propone que el maíz fue originado y domesticado en varias regiones entre México y Guatemala (Mesoamérica), determinando cinco centros de domesticación con base en patrones de distribución de algunos nudos específicos, localizados en varios cromosomas: 1) Mesa Central de México; 2) región de altura media en los estados de Morelos, México, Guerrero y sus alrededores; 3) región centro-norte de Oaxaca; 4) territorio comprendido entre los estados de Oaxaca y Chiapas y 5) región alta de Guatemala. De esta forma, hubo regiones en que convergieron las rutas de migración de dos o más complejos de nudos cromosómicos, de cuya hibridación y selección posterior surgieron nuevas razas de maíz.

La colección de maíz para mantener la diversidad genética en bancos de germoplasma se inició desde 1940. Este proyecto fue puesto en marcha a través de la Oficina de Estudios Especiales (OEE) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), con el apoyo de la Fundación Rockefeller. Esta primera exploración, que agrupó más de 2,000 muestras, fue la base para la publicación del libro Razas de Maíz en México, donde se hizo la primera descripción de 25 razas de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951). Décadas posteriores, diversos agrónomos de distintas instituciones realizaron varias colectas; sin embargo, cada colecta se

realizó con objetivos y metodologías distintas y en áreas restringidas.

En los años setenta hubo fuerte impulso, donde Hernández y Alanís (1970) recolectaron y describieron cinco razas: Apachito, Azul, Gordo, Bofo y Tablilla de Ocho, del noroeste de México. Ortega (1985) describió las razas: Ratón, Tuxpeño Norteño, Onaveño, Cristalino de Chihuahua y Palomero de Chihuahua, que habían sido poco estudiadas y, posteriormente, Sánchez *et al.* (2000) agruparon un total de 59 razas de maíz. Desde entonces no se había hecho un esfuerzo constante y continuo para actualizar la situación que guarda la diversidad genética de los maíces nativos en México, a pesar de las advertencias de Hernández (1971), quien sugirió que no se debía coleccionar una sola vez, sino regresar una y otra vez por nuevas colectas (Ortega, 2003).

Durante el periodo de 2006 a 2010, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició la recolecta de todas las razas existentes para conocer la distribución más completa (Lazos y Chauvet, 2011). En esta coyuntura se originó y desarrolló el proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de la información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México", en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Los resultados de este proyecto agruparon un total de 24,057 registros; de éstos, 599 correspondieron a teocintle, 527 a *Tripsacum* y 22,931 a maíces nativos (CONABIO, 2011). En esta colección se identificaron 59 razas descritas para México, más cinco razas que en su momento fueron descritas en otros lugares fuera del país, pero que se

encuentran presentes en México (Ortega *et al.*, 1991). Específicamente para el estado de Veracruz, con base en las exploraciones realizadas en cada una de los sitios de recolecta y la recopilación del conocimiento y las experiencias de los pobladores, se realizó el presente trabajo con el objetivo general de dar a conocer la importancia del maíz, así como el proceso artesanal que implica el comercio de la hoja de maíz en la zona norte del estado de Veracruz.

### Importancia del maíz como cultivo

En México cada año se cultivan ocho millones de hectáreas con maíz, lo que representa 67% del consumo de granos básicos. De esta superficie, 1.5 millones de hectáreas cuentan con riego, mientras que la mayoría (6.5 millones de hectáreas) es de temporal; la mayor producción nacional de maíz proviene de estas tierras (Turrent-Fernández *et al.*, 1996). La fracción de tierras de temporal incluye 1.5 millones de hectáreas de buena a excelente calidad agrícola, 3.5 millones de hectáreas son de mediana calidad, y 1.5 millones de hectáreas son de calidad marginal (Turrent, 2012).

De acuerdo con los tipos de unidades de producción agrícola en México (Turrent y Moreno, 1998), en áreas de riego se practica principalmente el modelo industrial con el uso de híbridos, logrando rendimientos de hasta 10 ton ha<sup>-1</sup>, comparables a sus homólogos estadounidenses. Por otro lado, en tierras temporales de buena calidad se cultivan híbridos y variedades de polinización libre con rendimientos de 7 a 8 ton ha<sup>-1</sup>. En contraste, en áreas marginales y de menor calidad se cultivan principalmente razas nativas de maíz, alcanzando de 1, 2 y hasta 3 ton ha<sup>-1</sup> (Turrent-Fernández y Serratos-Hernández, 2004); sin embargo, con el uso de poca o nula tecnología,

estas unidades agrícolas contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria de los estratos rurales más pobres del país (Turrent, 2012).

**Con información obtenida en los últimos años, la región suroeste de México aporta alrededor de 25% de la producción total nacional (Figura 1); no obstante, los estados con mayores niveles de producción son Sinaloa (19.0%), Jalisco (14.1%), Estado de México (8%), Chiapas (7.7%), Guerrero (5.8%), Guanajuato (5.6%) y Veracruz (5.3%). Con un enfoque empresarial, los dos primeros exportan parte de su producción hacia otros estados, en tanto que el resto destina gran parte de su producción al autoconsumo (Kato *et al.*, 2009).**

El déficit actual de maíz en México es del orden de 10 millones de toneladas anuales, por las que se pagan 2.5 mil millones de dólares al año (Wise, 2012). Lo anterior puede ser catastró-

fico durante los próximos años, debido a que la producción anual de maíz es de aproximadamente 21 millones de toneladas, lo que será insuficiente para satisfacer la creciente demanda nacional de maíz, que se espera lleve a ser de 39 millones de toneladas anuales hacia 2025 (Turrent, 2012). Su origen se halla en la inadecuada estrategia agropecuaria que han seguido los tomadores de decisión, al considerar que convenía más importar grano que producirlo; nunca se pensó que con esto último el país obtenía las ventajas invaluable de la derrama económica que genera la ocupación, el impacto social, la conservación de la identidad y la soberanía alimentaria (Espinosa *et al.*, 2009), debido a que prácticamente tres millones de personas trabajan en el cultivo de maíz, equivalente a más de 40% de la fuerza de trabajo del sector agrícola o cerca de 8% del total de la fuerza laboral de México (Kato *et al.*, 2009).

### Aprovechamiento integral del maíz

El papel central que el maíz ha desempeñado en la historia de Mesoamérica



Figura 1. Producción regional promedio de maíz (2000-2011), millones de toneladas.

es indiscutible. Códices y textos prehispánicos indican que los pobladores originarios de México se alimentaban de manera equilibrada y fundamentalmente de productos generados por la tierra; los testimonios señalan que sólo contaban con un cereal: el maíz (SIAP, 2010), con el que la cultura mexicana generó diversos usos.

Actualmente se cuenta con una gran riqueza fitogenética representada por una amplia diversidad de maíces y gran variedad de platillos y usos especializados, como tortillas, pinole, tamales, tostadas, pozole, tejuino, piznate, atole, marquezote, tlayudas y totopos, entre otros (Vidal *et al.*, 2008). No obstante, uno de los grandes logros ha sido el proceso de nixtamalización para la elaboración de la masa para tortillas y tamales (Paredes *et al.*, 2009). La hoja de maíz, o “totomoxtle”, es ampliamente utilizada para fabricar objetos rituales o artesanales como recipientes y para amarrar manojos de hierbas y especias (Kato *et al.*, 2009) pero, sin duda, es una pieza importante en la elaboración de tamales, como lo hacen los pobladores de la zona norte del estado de Veracruz.

### Hoja de maíz: su importancia

La utilización de la hoja de maíz o “totomoxtle” se remonta quizás a principios del siglo XVI, el cual Fray Bernardino de Sahagún describe algunas variedades de tamales en su libro “*Historia General de las Cosas de Nueva España*”. Desde entonces la utilización de la hoja de maíz para la elaboración de tamales tiene gran importancia cultural (Romero, 2012). La evidencia arqueológica muestra al tamal (Figura 2) como parte de la vida cotidiana de algunas culturas de México en la época prehispánica (Barbero, 1997). Actualmente, la cultura Totonaca (norte de Veracruz, México) se distingue por el comercio de la hoja de maíz para la elaboración de tamales. Los principales municipios dedicados a este negocio son Tamiahua, Espinal, Papantla, Tuxpan, Castillo de Teayo, Coatzintla, Álamo, Chicontepec y Benito Juárez.

Los pobladores de estos municipios realizan un aprovechamiento integral del maíz; el grano producido es destinado al autoconsumo, en tanto que el rastrojo (tallo y hojas) es dirigido hacia la alimentación del ganado y la hoja o “totomoxtle” recibe un tratamiento especial para su comercialización. Esta actividad permite a los productores obtener un ingreso económico extra a la producción del maíz. La hoja tiene actualmente gran demanda en el mercado nacional e internacional, no sólo para la elaboración de tamales, sino también para la de diversas artesanías (Aragón *et al.*, 2006). Durante años los agricultores han seleccionado variedades con características deseables (mayor longitud y calidad del totomoxtle) para su comercialización; las variedades nativas más utilizadas en estas regiones son de la raza Tuxpeño y Olotillo (Ortega *et al.*, 1991).

### Beneficio de la hoja de maíz

El proceso que involucra el beneficio de la hoja de maíz es sorprendente. El agricultor ha fundamentado el éxito en su cultivo, ya que fue precisamente esta especie la que impulsó la creatividad cultural del hombre, exigiéndole el desarrollo continuo de nuevas metodologías (Miranda, 2000). La ubicación de las parcelas presenta pendientes pronunciadas, lo cual dificulta el empleo de maquinaria agrícola para la cosecha; lo anterior obliga el uso del ayate, un equipo artesanal creado por el propio agricultor (comunicación personal: Isaac Meneses Márquez. Recursos Fitogenéticos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Figura 3).

No existe algún proceso postcosecha para almacenar la hoja, por lo que esta actividad se realiza de forma tradicional, apilando en un troje o coscomate y, en ocasiones, se cuelgan en los pasillos de las casas para evitar plagas de almacén (Figura 4A) y

así evitar pérdida en la calidad de la hoja. La densidad de plantas que manejan los agricultores es de aproximadamente 20,000 plantas ha<sup>-1</sup>, es decir, depositan una o dos



Figura 2. Tamales servidos para honrar el nacimiento de un niño. Códice Florentino.



Figura 3. Ayate para la cosecha de maíz

semillas cada 0.5 m, con un espacio entre surcos de 1 m. Este arreglo permite a las plantas aprovechar al máximo la luz solar, que al final se traducirá en mazorcas con buena calidad de hoja, con una longitud que va de los 19 a los 32 cm (Figura 4B).

El proceso de beneficio se inicia con la selección de las mejores mazorcas en el coscomate (Figura 5A); posterior a esto, la mazorca se sujeta sobre un disco (elaborado artesanalmente) y la hoja se corta con giros de 360° (Figura 5B y Figura 5C).

Las hojas obtenidas de cada mazorca se colocan sobre un molde, a semejanza de una prensa con la cual se ejerce presión para formar la paca (Figura 6A). Con este proceso, la producción promedio es de dos pacas de hoja por hectárea, de las cuales poco más de la mitad son de buena calidad. Las pacas se componen regularmente de 150 rollos, equivalentes a 12,000 hojas (1 rollo de hoja=80 hojas) (Figura 6B). Una vez ya hechas, las placas se almacenan en las casas de los propios

agricultores que finalmente sirven de bodegas hasta su comercialización. El papel que juegan los integrantes de mayor edad en el beneficio de la hoja es muy importante, ya que son quienes dirigen las acciones de toda la familia, y este conocimiento se transmite de forma oral desde tiempos ancestrales.

La venta de hojas se realiza por kilo o paca; esta última pesa aproximadamente 48 kg (1 manajo=80 gr; 1 paca=600 manajos). Se considera que en una hectárea pueden obtenerse un promedio de 600 paquetes o el equivalente a dos pacas de hojas. Si se establece un precio de venta de cuatro

pesos el paquete, éste representa un ingreso de \$24,000 pesos, lo que permite un ingreso adicional al obtenido por la venta de grano de maíz. Existen mercados donde el paquete de hoja se oferta hasta en \$32.00 pesos, generando un margen de ganancia ocho veces mayor. Un consumidor de este producto es la comunidad hispana que reside en los Estados Unidos de América (EUA), con un total de 51 millones de personas, de los cuales cerca de 33 millones son de origen mexicano (equivalente a 30% de la población en México); por ello, el incremento en la popularidad de la comida mexicana en EUA ha dado lugar a una expansión en la demanda de alimentos al estilo mexicano, entre ellos el tamal.



Figura 4. A: Mazorcas colgadas en los corredores; B: Longitud de mazorca del criollo local.



Figura 5. A: Mazorcas seleccionadas; B: Disco de metal en forma de navaja; C: Posición de la mazorca sobre el disco; D: Hojas separadas de la mazorca.



Figura 6. A: molde para las hojas de maíz; B: vista frontal de dos pacas de hojas.

Del volumen total de hojas de maíz que se produce en el norte de Veracruz, 80% se destina al mercado extranjero. Sin embargo, algunas limitantes, como los caminos en mal estado, las localidades alejadas, la falta de organización entre productores y la falta de centros de acopio, son algunas barreras que impiden “ofrecer el producto directamente al mercado”; la existencia de intermediarios “coyotes” permite que sea la única opción para la distribución del producto. Aunado a esto, la falta de asesoría técnica y en ocasiones el poco interés de los productores, hace que no se desarrolle una buena política de comercialización.

## CONCLUSIONES

Lo descrito en párrafos anteriores es una pequeña muestra del conocimiento y la importancia económica, social y cultural que la hoja de maíz tiene para los pueblos de origen totonaco. Su comercialización dentro de cada núcleo familiar representa un ingreso extra a la producción de grano; sin embargo, para mejorar esta actividad es importante fomentar la integración de los eslabones de la cadena de valor, es decir, que los agricultores dedicados a este negocio cuenten con la infraestructura, equipo y capacitación necesaria para mejorar los procesos existentes e incrementar la competitividad.

## LITERATURA CITADA

- Aragón C.F., Taba S., Hernández J.M., Figueroa J. de D., Serrano V., Castro F.H. 2006. Catálogo de maíces criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico Núm. 6. Oaxaca, Oaxaca. México. 334 p.
- Barbero R.M. 1997. Códices etnográficos: El Códice Florentino. Universidad de Cuenca. EHSEA. pp. 349-379.
- Beadle G.W. 1972. The mystery of maize. *Field Mus. Nat. Hist. Bull.* 43:9-11.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. Base de datos de maíces nativos del proyecto global “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”. CONABIO-INIFAP-INE. 98 p.
- De Wet J.M.J., Harlan J.R. 1972. Origin of maize: The tripartite hypothesis. *Euphytica* 21: 271- 279.
- Doebley J.F. 1983. The maize and teosinte male inflorescence: a numerical taxonomic study. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 70: 32-70.
- Espinosa C.A., Tadeo R.M., Turrent F.A., Gómez M.N., Sierra M.O., Caballero H.M., Valdivia B.F.R., Rodríguez M.F.A. 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias* 92-93: 118-125.
- Galinat W.C. 1971. The origin of maize. *Annu. Rev. Genet.* 5: 447-478.
- Goodman M.M. 1988. The history and evolution of maize. *CRC Critical Rev. Plant Sci.* 7: 197-220.
- Hernández X.E., Alanís F.G. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones citogenéticas y filogenéticas. *Agrociencia* 5: 3-30.
- Hernández X.E. 1971. Exploración etnobotánica y su metodología, México, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Iltis H.H. 1972. The taxonomy of *Zea mays* (Gramineae). *Phytologia* 23: 248-249.
- Iltis H.H., Doebley J.F., Guzmán M.R., Pazy B. 1979. *Z. diploperennis* (Gramineae): a new teosinte from Mexico. *Science* 203: 186-188.
- Kato T.A., Mapes C., Mera L.M., Serratos J.A., Bye R.A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 116 p.
- Kato Y.T.A. 1976. Cytological studies of maize (*Zea mays* L.) and teosinte (*Zea mexicana* Schrad. Kuntze) in relation to their origin and evolution. *Mass. Agric. Expt. Sta. Bull.* 635.
- Lazos E., Chauvet M. 2011. Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México. Universidad Autónoma de México. 529 p.
- Matsuoka Y., Vigouroux Y., Goodman M.M., Sánchez G.J.J., Buckler E., Doebley J. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 6080-6084.
- McClintock B. 1978. Significance of chromosome constitutions in tracing the origin and migration of races of maize in the Americas. *In: Walden, D. B. (ed.). Maize Breeding and Genetics.* John Wiley and Sons, New York. pp 159-184.
- Miranda C.S. 2000. Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura Técnica en México* 26: 3-15.
- Ortega P.R. 1985. Recursos genéticos para el mejoramiento de maíz en México. Primera parte: análisis general. *Germen* 3: 19-36.
- Ortega P.R. 2003. La diversidad del maíz en México. *In: Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). Sin Maíz no hay País.* Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D.F. pp. 123-154.
- Ortega P.R., A., Sánchez G.J.J., Castillo G.F., Hernández C.J.M. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos en México. *In: Ortega P., R. A., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). 1991. Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México.* SOMEFI. Chapingo, México. pp. 161-185.
- Paredes L.O., Guevara L.F., Bello P.L.A. 2009. La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Ciencias* 92-93: 60-70.
- Romero G.J.R. 2012. Paleografía y traducción del náhuatl al español del capítulo I del libro X del Códice Florentino. *Estudios de la Cultura Náhuatl* 43: 199-213.
- Sánchez G.J., Goodman M.M., Stuber C.W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54: 43-59.
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2010. Información del Sector Agroalimentario. 2a. ed. SIAP, México. 247 p.
- Turrent F.A. 2012. Estrategias Científicas y Tecnológicas para reforzar la Productividad Agrícola de México ante el Cambio Climático. *Memorias Ciencia y Humanismo.* México, D.F., Academia Mexicana de Ciencias: 427-437
- Turrent F.A., Moreno D.R. 1998. Producción sostenible de alimentos de origen vegetal en el mundo. *Terra Latinoamericana* 16: 93-111.
- Turrent F.A., Serratos J.A. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in México. *In: Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México, Chapter 1.* pp: 1-55.
- Vidal V.A., Vázquez M., Coutiño G.C., Ortega B.E., Ramírez A.C., Valdivia J.L.D., Guerrero R.B., Caro M.J.H., Cota O.F.J.V.A. 2008. Calidad proteínica en colectas de maíces criollos de la sierra de Nayarit, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 31 (Núm. Especial 3): 15-21.
- Wellhausen E., Roberts L.M., Hernández X.E., Mangelsdorf P.C. 1951. Razas de Maíz en México, su origen, características y distribución. *Folleto Técnico Núm. 5.* Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F.
- Wise-Timothy A. 2012. The Cost to Mexico of U.S. Corn Ethanol Expansion. *GDAE Working Paper Núm.1201.* Medford, Mass, Global Development and Environment Institute, Tufts University.