



Revista EDUCATECONCIENCIA.  
Volumen 12, No. 13.  
ISSN: 2007-6347  
Periodo: Octubre-Diciembre 2016  
Tepic, Nayarit. México  
Pp. 121-136

Recibido: 25 de Noviembre  
Aprobado: 07 de Diciembre

**Propiedades del pinole, alimento tradicional elaborado de maíz y su relación en la seguridad alimentaria en México**  
**Properties of pinole, traditional food made of corn and its relationship in food security in Mexico**

**Autores**

**Lidia Susana Ibarra Sánchez**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
lisis15@hotmail.com

**Sergio Alvarado Casillas**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
alvaradocsergio@hotmail.com

**Lidia Susana Viveros Ibarra**  
Universidad del Valle de México  
nut.susana.viveros@gmail.com

**Víctor Manuel González Bernal**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
vicgo9@hotmail.com

**Propiedades del pinole, alimento tradicional elaborado de maíz y su relación en la seguridad alimentaria en México**  
**Properties of pinole, traditional food made of corn and its relationship in food security in Mexico**

**Autores**

**Lidia Susana Ibarra Sánchez**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
lisis15@hotmail.com

**Sergio Alvarado Casillas**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
alvaradocsergio@hotmail.com

**Lidia Susana Viveros Ibarra**  
Universidad del Valle de México  
nut.susana.viveros@gmail.com

**Víctor Manuel González Bernal**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
vicgo9@hotmail.com

**Resumen**

La diversidad genética del maíz (*Zea mays* L.) está concentrada en América, principalmente en México. El maíz es consumido como tortillas, arepas, pinoles, atoles, tostadas, botanas, tamales, elotes y otros alimentos (Figuerola et al., 2005). El presente documento muestra una revisión bibliográfica sobre las propiedades del pinole, alimento manufacturado con maíces nativos en comunidades indígenas de México brindándoles aporte calórico para sus actividades. El pinole, alimento tradicional de México elaborado con maíz tostado a veces endulzada con cacao, canela o anís. Grupos étnicos como los Tarahumaras, Nahuas, Tepehuanos y Lacandones, Huicholes, lo incluyen en su dieta básica. El objetivo fue hacer una revisión bibliográfica sobre propiedades del pinole y su relación en la seguridad alimentaria en México.

**Palabras clave:** *zea mays*, pinole, seguridad alimentaria

**Abstract**

The genetic diversity of maize (*Zea mays* L.) is concentrated in the Americas, mainly in Mexico. Maize is consumed as tortillas, arepas, pinoles, atolls, toast, tamales, elotes and other foods (Figuerola et al., 2005). This paper presents a bibliographic review of the properties of pinole, a food manufactured with native maize in indigenous communities of Mexico, providing them with caloric intake for their activities. Pinole, traditional Mexican food made with roasted corn sometimes sweetened with cacao, cinnamon or anise. Ethnic groups such as Tarahumaras, Nahuas, Tepehuanos, Lacandones, and Huicholes,

include it in their basic diet. The objective was to make a bibliographic review on pinole properties and their relationship in food security in Mexico

**Keywords:** zea mays, pinole, food security

### **Introducción**

México es el centro del origen y diversidad del maíz (*Zea mays* L.). Se han identificado cerca de 56 razas bien definidas (por ejemplo, subpoblaciones que son morfológica y genéticamente distintas), en muchas de las cuales hay un sinnúmero de variedades de los productores (Beadle, 1939; Wellhausen et al., 1952; Hernández-Xolocotzi, 1970; Ortega y Sánchez, 1989; Piperno y Flannery, 2001; Matsuoka et al., 2002; Ortega, 2003; Lazos y Chauvet, 2011). Es reconocido que los productores conservan la diversidad del cultivo por razones sociales, económicas y culturales, o cuando las variedades locales muestran un comportamiento agronómico superior al de las variedades mejoradas (Bellon y Brush, 1994; Bellon, 1996; Perales et al., 2003; Bellon, 2004; Perales et al., 2005; Latournerie et al., 2006).

Además, el maíz (*Zea mays* L.), es uno de los cultivos de mayor versatilidad que como materia prima participa en la formulación de alimentos de consumo humano y animal, el consumo de maíz alcanza 200 kg por persona al año y el de tortillas se calcula en una ingesta diaria de 225 g.

El destino industrial del grano depende de las características físicas de peso, tamaño, dureza y composición química, las cuales son influidas por la genética, pero también por el tipo de suelo, disponibilidad de agua, del sistema de producción y las condiciones climáticas del lugar de procedencia (De Sinibaldi y Bressanni 2001; Duarte y Mason, 2005). El proceso de elaboración artesanal de subproductos de maíz, como son las tortillas o tostadas, de diferente tamaño, color y sabor, utiliza el maíz nativo principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Michoacán (Mauricio et al., 2004).

Actualmente la industria de la masa y la tortilla entre otras, buscan maíces de calidad, con características físicas específicas y calidad sanitaria (microbiológica y micotoxinas) idóneas para su transformación y consumo (Singh y Jonhson 2001, SAGARPA, 2008).

El peso, tamaño, dureza y el contenido de proteína y almidón son características físico químicas importantes para la industria alimentaria. A nivel nacional se han establecido los atributos de calidad en los granos para su comercialización, que establece la norma mexicana son: grado México 1, 2, 3 y 4, dependiendo del contenido de impurezas, daños físicos y peso volumétrico del grano (NMX-FF-034/2-SCFI-2003).

En México gran parte de la población, particularmente en las zonas rurales padecen desnutrición, y una alternativa para disminuir este índice es mejorar el nivel nutricional de los alimentos tradicionales aprovechando los productos vegetales que brindan proteína de bajo costo. El pinole, es un alimento tradicional de México generalmente elaborado a base de maíz tostado a veces endulzada con cacao, canela o anís. Debido a su ingrediente principal, el maíz, los pinoles tradicionalmente muestran deficiencia en aminoácidos esenciales, lo que limita su calidad proteínica.

Algunos grupos étnicos como los Tarahumaras, Nahuas, Tepehuanos y Lacandones, lo incluyen en su dieta básica. En zonas como el Bajío y la Mesa Central, al pinole se le considera una golosina insustituible sobre todo durante el invierno.

En las zonas rurales donde comúnmente se presentan problemas de desnutrición, el incremento del valor nutritivo de los productos tradicionales, como es el pinole, brinda una alternativa para mejorar el estado nutricional de la población, sin modificar sus hábitos de consumo.

El objetivo del presente trabajo fue hacer una revisión bibliográfica sobre las propiedades del pinole y como este alimento tradicional ha participado en la seguridad alimentaria en México.

## **Revisión bibliográfica**

### **Historia del pinole**

El pinole es una bebida prehispánica de México que proviene de la palabra náhuatl *pinolli*, que significa harina de maíz y que por lo tanto se obtiene a partir de la harina de los granos de maíz molido y tostado, el cual tiene una versatilidad que permite combinar con diferentes tipos de cereales y leguminosas, combinado con agua o leche para

generar una bebida deliciosa y energizante, con menor cantidad de azúcares que las bebidas deportivas.

Los granos utilizados para elaboración del pinole han variado desde la conquista; así encontramos que en algunas partes de Guanajuato se elabora con garbanzo (*Cicer arietinum* L.), en Jerez, Zacatecas, con Habas (*Vicia faba*), arroz (*Oriza sativa* L) y semilla de calabaza (*Cucurbita pepo* L). En la zona del Altiplano se elabora a base de maíz pinto o de amaranto (López, 1989).

Una de las preparaciones más antiguas en México, elaboradas a base de maíz, es el “pinole”, que es una comida prehispánica tradicionalmente preparada con maíz tostado, y algunas veces endulzada, adicionada con cacao, canela o anís. La manera de consumirla es mezclada con algún líquido, agua, jugo o leche, para preparar ya sea una bebida espesa o ligera. El pinole representa un alimento básico e indispensable para los infantes, en algunos grupos indígenas de México (Fernández-Suárez, et al, 2013 y Lozano-Aguilar, et al, 2008).

## **Nutrición**

Los granos enteros o alimentos hechos con ellos, contienen todas las partes esenciales del grano (germen y endospermo) y los nutrientes del grano entero de la semilla que naturalmente existen dentro de los mismos. Si el grano ha sido procesado (por ejemplo: cortado, triturado, rebanado, o algún proceso de extrusión y/o cocinado, el producto alimenticio debería proporcionar el mismo balance de nutrientes que son encontrados en el grano de semilla original (AACC, 2012).

Los granos enteros representan una rica fuente de nutrientes y han sido las bases de la dieta humana por cientos de años (Slavin, 2004). Su ingesta regular ha sido negativamente asociada con morbilidad y mortalidad debido a diferentes enfermedades crónicas-degenerativas, tales como inflamación crónica, fallas de corazón, hipertensión, obesidad, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer, entre otras. El efecto benéfico del consumo de granos enteros está vinculado a los diferentes fitoquímicos presentes en estos, tales como la fibra dietética, oligosacáridos, compuestos fenólicos, fitoestrógenos, antioxidantes, vitaminas y minerales, los cuales pueden actuar juntos de una manera sinérgica. (Slavin, 2004, Belobrajdic & Bird, 2013) y (Lillioja e al, 2013).

Sin embargo las proteínas vegetales por lo general son deficientes en uno o más aminoácidos esenciales a los que se les denomina “limitantes”. Los cereales y en particular el maíz se caracterizan por una deficiencia en lisina y triptófano, mientras que las leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados, metionina y cistina. Estos aminoácidos son esenciales para el organismo humano. Ciertas formas de lisina ayudan en la absorción de calcio del tracto digestivo y pueden ayudar en problemas de migraña (Krymchantowsky et al, 2001), asimismo existen hallazgos que apoyan la importancia del L-triptofano para evitar los síntomas de la depresión (Heninger et al, 1992).

Por otra parte la metionina, aminoácido que contiene azúfre, participa en la degradación de las grasas y por consiguiente previene la acumulación de ésta en las arterias, y ya que la metionina puede ser convertida en cisteína, es materia prima para la desintoxicación del hígado (Rizki et al, 2006).

Una alternativa para mejorar el valor biológico de la proteína de los alimentos que se consumen es a través de las mezclas entre leguminosas y cereales, con el fin de lograr una mayor calidad de la proteína en comparación con la que se obtiene al consumir estos granos por separado. Las proteínas de las leguminosas complementan a la de los cereales con el aminoácido lisina, mientras que los cereales contribuyen aportando metionina.

Existen recomendaciones para una dieta saludable que sugiere se consuman tres o más porciones equivalentes de productos de grano entero por día, al menos la mitad de las porciones de cereales deberían de provenir de granos enteros (USDA & DHHS, 2010) y Smolin et al, 2012.

Sin embargo, la mayoría de los productos de grano consumidos son refinados, lo cual significa que el salvado y el germen ha sido removido; por lo que una parte importante de los fitoquímicos se ha perdido y solo el almidón del endospermo permanece en la harina blanca usada para prepararlos (Slavin, 2004). Algunos de los nutrientes perdidos son agregados en una forma concentrada, especialmente algunas vitaminas y minerales, pero algunas otras como la fibra y antioxidantes naturales no pueden ser reemplazados. El consumo de granos enteros debería de estar vinculado a la ingesta regular de alimentos tradicionales producidos a partir de granos completos. Uno de los granos enteros utilizados

en México es el maíz (*Zea mays* L). el cual es consumido en muchas maneras incluyendo preparaciones dulces y saladas (Fernández-Suárez, et al, 2013).

### **Formas de preparación**

En México existen diferentes tipos de pinole elaborados con maíz y mezclas de ciertos granos. Por ejemplo, un tipo de pinole con maíz y garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es preparado en el Estado de Guanajuato, México. También es mezclado con Haba, (*Vicia faba* L.), arroz (*Oriza sativa* L.), semillas de calabaza (*Cucurbita pepo* L.), en Zacatecas, México.

En algunas zonas de tierras altas, el pinole de maíz se prepara con amaranto (*Amaranthus* sp.) (Lozano-Aguilar, et al, 2008).

En el Estado de Durango, México, elaboran un “Pinole de los siete granos”. Y en el Estado de México, es preparado con cinco granos de cereales y dos tipos de legumbres. Los consumidores frecuentes de estos refieren al Pinole como un producto alimenticio promotor se la salud.

El pinole de los siete granos es elaborado a partir de granos enteros, por lo tanto, este provee todos los beneficios nutricionales y fitoquímicos al consumidor.

Existe poca información sobre composición proximal de alimentos tradicionales y otros productos enriquecidos. (FAO/LATINFOODS, 2009).

### **Maíz. Cultivo básico en México.**

Desde el punto de vista alimentario, político, económico y social, el maíz es el cultivo más importante del país (SIAP, 2007). Basta con decir que el consumo per cápita de maíz en México es aproximadamente 10 veces mayor que el de Estados Unidos de América (Serna-Saldívar y Amaya- Guerra, 2008). Este cereal cubre poco más de la mitad de la superficie agrícola sembrada, con aproximadamente 7.5 millones de hectáreas (SIAP, 2011), principalmente en las zonas sub-húmeda tropical, templada húmeda y sub-húmeda (Mera-Ovando y Mapes-Sánchez, 2009).

De la superficie total sembrada con maíz, la mayor parte (80 %) es de temporal o secano (SIAP, 2011), fundamentalmente a cargo de más de 2 millones de productores a pequeña escala, quienes lo siembran sobre todo para autoconsumo (Mera-Ovando y Mapes-

Sánchez, 2009). Más de la mitad de la producción nacional de maíz proviene de este sistema (Turrent et al., 2012), el cual también es conocido como de subsistencia porque contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de los estratos rurales más pobres (Turrent et al., 2012). Es aquí en donde los maíces nativos se seleccionan, producen, conservan, diversifican y domestican de acuerdo con las necesidades de las poblaciones locales (Turrent et al., 2010; Turrent et al., 2012).

### **El maíz, elemento fundamental en la seguridad alimentaria**

La dieta de una población particular forma parte de la memoria colectiva, y no solo comprende la ingesta de alimentos sino también expresa relaciones socioeconómicas y hace patente actos profundamente cargados de simbolismo cultural (García-Urigüen, 2012). Es por estas razones que resulta indispensable definir con claridad el significado que ha tenido el maíz en la dieta de la población mexicana a lo largo de la historia y en la actualidad.

Existen testimonios culinarios del maíz (restos arqueológicos y manuscritos como el códice Florentino o el Mendocino) que permiten concluir que se trataba de uno de los componentes de la dieta mesoamericana desde el Preclásico Medio (1200-400 a.C.) (López, 2007; Taube, 1989). Sin embargo, diversos restos arqueológicos indican que otras plantas predominaron durante mucho tiempo en la dieta de los antiguos pobladores, y que el maíz fue ganando popularidad poco a poco (Ortega-Paczka, 2003). Algunos usos probables en la época prehispánica eran la producción de harinas, pinole y granos reventados con calor hasta que explotaran, en la forma que hoy conocemos como “palomita de maíz” (Mera-Ovando, 2009). Es posible que también se bebiera el jugo dulce de la caña del maíz y del teocintle (Mera-Ovando, 2009). Con respecto a la tortilla, hoy se sabe que ésta no era conocida al principio (Ortega-Paczka, 2003), aunque a la llegada de los españoles ya predominaba en la dieta mesoamericana. Hoy por hoy, la tortilla es considerada como la base de la supervivencia del pueblo mexicano desde hace más de 3500 años (Paredes-López et al., 2009).

La riqueza de la gastronomía indígena basada en el maíz fue asentada en testimonios fehacientes de los conquistadores y cronistas, desde Hernán Cortés y Bernal Díaz del Castillo, hasta fray Bernardino de Sahagún quienes expresaron pruebas del alto



grado de desarrollo cultural de los antiguos mexicanos, así como de la diversidad existente, ya en esos días, del maíz (Echeverría y Arroyo, 2000).

El mestizaje que se dio a raíz de la “conquista española” tuvo en la gastronomía una de sus principales manifestaciones, al enriquecer la dieta prehispánica con ingredientes de la cocina hispano/árabe, y viceversa. Sin embargo, la cocina indígena predominó en el “mestizaje alimentario”, pues el maíz, que es la aportación más significativa, sigue siendo el ingrediente fundamental y una de las principales fuentes de energía en la dieta actual de México. En promedio, un mexicano recibe diariamente del maíz 1022 kcal y 26.3 g de proteína (FAOSTAT, 2009), lo que puede representar 50 % de la ingesta diaria de una persona adulta, si se toma como base una dieta de 2000 kcal y 56 g de proteína (Serna-Saldívar y Amaya-Guerra, 2008).

Los mexicanos heredamos una de las tradiciones culinarias más variadas y saludables que existen en el mundo actual. No obstante, ante el ímpetu de “modernización” y la fuerza económica de la industria alimentaria, poco a poco se ha adoptado una dieta que incorpora significativamente alimentos procesados, menos saludables y de mayor densidad energética, lo que conduce a un consumo más frecuente de grasas saturadas, azúcares y sal (Bourges-Rodríguez, 2004; Gálvez-Mariscal y Bourges-Rodríguez, 2012). Paralelamente, ha disminuido el consumo de platillos tradicionales basados en maíz y otros cultivos ricos en nutrimentos procedentes de la milpa (Gálvez-Mariscal y Bourges-Rodríguez, 2012). Esta transición alimentaria, además de menguar la salud de la población, pone en peligro la existencia de los maíces nativos y otros valiosos alimentos de la dieta tradicional mexicana

La cocina tradicional mexicana, que tiene como base al maíz, es considerada Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2010). Si hubiera alguna duda en cuanto al origen del maíz, bastaría con hacer un recuento del número de platillos que se preparan con este cereal, muchos de ellos desde tiempos remotos. El destacado antropólogo Eusebio Dávalos Hurtado decía que en México existen no menos de 700 formas de comer el maíz, afirmación que el “Recetario del Maíz” editado por el Consejo Nacional para las Culturas y las Artes (CONACULTA) sustenta y amplía considerablemente (Echeverría y Arroyo, 2000). Es importante subrayar que la base de estos platillos son los maíces nativos

y no los mejorados, los cuales no reúnen las propiedades y calidad necesaria, en la mayoría de los casos, para la preparación de platillos específicos (Ortega-Paczka, 2003).

### **Técnicas culinarias**

La culinaria tradicional basada en el maíz ha requerido del desarrollo de sofisticadas operaciones y técnicas culinarias, tanto para la preparación de alimentos como para su conservación: nixtamalización, cocción al vapor y en horno subterráneo, fermentación, tostado, molienda para la preparación de harinas, reventado, deshidratado, salado, ahumado, asado, combinaciones de éstas como tostado y molienda en el caso de la preparación del pinole.

Cabe destacar que los diferentes procesamientos pueden contribuir a incrementar el valor nutritivo de los alimentos preparados. Un ejemplo es el pozol que se elabora a partir de masa de nixtamal sometida a una fermentación láctica, con lo que se obtiene una bebida rica en probióticos (Wacher et al., 1993) y con mayor contenido de aminoácidos (Cravioto et al., 1955).

La nixtamalización del maíz, cocción alcalina en agua con cal, es por mucho la operación culinaria y tecnológica más sofisticada de todas y un rasgo distintivo en la cocina mesoamericana que sobrevive hasta nuestros días. No solo es la base de al menos la mitad de las preparaciones culinarias (Echeverría y Arroyo, 2000), también ha sido modernizada y adoptada por la industria de la masa y la tortilla, uno de los sectores de mayor relevancia económica en el país (SIAP, 2007). A pesar de que este proceso conduce a pérdidas de algunas vitaminas y aminoácidos por el tratamiento térmico alcalino (Bressani, 2008), la nixtamalización también induce otros cambios que desde el punto de vista nutrimental son positivos, sobre todo en lo referente a la biodisponibilidad de nutrimentos. Se ha reportado un aumento significativo en el contenido de calcio (del orden de 13 veces), el cual es biodisponible prácticamente en su totalidad (Bressani, 2008). También es mayor la cantidad de fibra dietaria soluble e incrementa la biodisponibilidad de la mayoría de los aminoácidos indispensables, lo que aumenta sensible- mente el valor biológico de la proteína (Paredes-López et al., 2009). Aunque se reportan pérdidas de niacina (que no se halla disponible en el maíz) de hasta 22 % después del tratamiento alcalino (Bressani, 2008), las moléculas que quedan intactas son liberadas como ácido nicotínico para su aprovechamiento, lo que

destruye el efecto pelagrógeno que tienen las dietas ricas en maíz crudo o tostado (Paredes-López et al., 2009). La nixtamalización también puede favorecer la formación de almidón resistente (Paredes-López et al., 2009), el cual al no ser digerido se comporta de forma similar a la fibra soluble, con los beneficios para la salud que esto conlleva.

Adicionalmente, se ha reportado la degradación de aflatoxinas durante la nixtamalización y la elaboración de tortillas (Méndez-Albores et al., 2004).

Los beneficios nutrimentales así como los extraordinarios cambios funcionales y sensoriales que resultan de las complejas operaciones culinarias a las que es sometido el maíz, hacen evidente el valor que tiene el conocimiento tradicional y la necesidad de sustentarlo científicamente.

### **Criterios de calidad e inocuidad**

Respecto a criterios de calidad reportados para usos comunes del maíz, se tienen las siguientes propiedades para el pinole.

Uso	Criterios de calidad	Razas de maíz destacadas
Preparación de pinole	Granos de baja dureza. Valores intermedios de gravedad específica y peso de mil granos (PMG). Valores bajos de capacidad de absorción de agua.	Chapalote, Elotes cónicos, Chalaqueños, Onaveño, Cacahuacintle, Dulce de Jalisco, Dulcillo del Noroeste, Bofo

Fuente: Vázquez-Carrillo et al. (2011b), CONABIO (2011) y Mauricio-Sánchez et al. (2004).

Para el caso del procesamiento del pinole, además de representar un alimento tradicional de suma importancia en las comunidades indígenas de México, consumido por la mayor parte de la población, principalmente en infantes; aporta una elevada fuente de calorías por su contenido de carbohidratos. Por otro lado, el proceso para su elaboración (tostado y molido) resulta un producto inocuo, por las altas temperaturas a las que es sometido durante el tostado de los granos, y al molerlo y convertirlo en un producto seco, listo para ser consumido o almacenado por algún tiempo, continúa siendo de bajo riesgo por la baja cantidad de Aw que posee, lo cual no permite el desarrollo de microorganismos

patógenos. Además, al momento de volver a utilizarlo en algún alimento como atoles, aumenta sus beneficios nutricionales al añadir otros ingredientes como leche, amaranto u otros cereales. El pinole y los usos en la preparación de otros alimentos ha sido ampliamente usado en comunidades como los huicholes, que les ha contribuido en la seguridad alimentaria de estos pueblos indígenas (Ibarra et al, 2014), (Ibarra et al, 2016)

### **Conclusiones**

Es innegable la importancia que poseen las razas nativas de maíz en la alimentación en las comunidades indígenas desde tiempos prehispánicos hasta la actualidad, puesto que con ellas se prepara una gran variedad de platillos tradicionales, incluido el pinole, que es un alimento necesario en la dieta de la poblaciones indígenas de México, y por su técnica de preparación y combinación con otros cereales, le confiere propiedades nutricionales que aportan gran contenido calórico. Además de que por su bajo contenido de Aw, se conserva por mucho tiempo y es considerado un alimento nutritivo e inocuo.

### **Referencias**

- AACC. American Association of Cereal Chemists. "International Defines Whole Grain" (2012) [<http://www.aaccnet.org/definitions/wholegrain.asp>]
- Beadle GW (1939) Teosinte and the origin of maize. *J. Hered.* 30:245-247.
- Belobrajdic DP, Bird AR. (2013) .The potential role of phytochemicals in whole grain cereals for the prevention of type-2 diabetes. *Nutrition J.* 12:62-72.
- Bellon M R, S B Brush (1994) Keepers of maize in Chiapas, México. *Econ. Bot.* 48:196-209.
- Bellon MR (1996) The dynamics of crop infraspecific diversity: A conceptual framework at the farmer level. *Econ. Bot.* 50:26-39.
- Bellon MR (2004) Conceptualizing interventions to support on farm genetic resource conservation. *World Develop.* 32:159-172.
- Bourges-Rodríguez H (2004) Abasto y consumo de alimentos: una perspectiva nutricional. In: *El Desarrollo Agrícola y Rural del Tercer Mundo en el Contexto de la Mundialización*. M C Del Valle-Rivera (ed). UNAM-IIES-Plaza y Valdés. D.F, México. pp :433-451.
- Bressani R (2008) Cambios nutrimentales en el maíz inducidos por el proceso de nixtamalización. In: *Nixtamalización del Maíz a la Tortilla. Aspectos Nutrimentales y Toxicológicos*. Rodríguez-García ME, Serna-Saldívar SO, Sánchez-Sinencio F (eds). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. pp: 19-80.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2011). Proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México".

- Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyecto-Maices.html>. (Mayo 2013)
- Cravioto RO, Massieu G, Guzmán J. (1955) Investigaciones bromatológicas en alimentos mexicanos. Bol. Of. Sanit. Panam. 30:26-33.
- De Sinibaldi, AC. y Bressani R. (2001). Características de cocimiento por nixtamalización de once variedades de maíz. Arch. Latinoam. Nutr. 61:86-94.
- Duarte A. and Mason SC. (2005). Grain quality Brazilian maize genotypes as influenced by nitrógeno level. Crop Sci. 45:1958-1964.
- Echeverría M E, L E Arroyo (2000) Recetario del Maíz. Cocina Indígena y Popular. Consejo Nacional para las Culturas y las Artes (CONACULTA). D.F, México. 441 p.
- FAO/LATINFOODS. (2009). Tabla de composición de alimentos de América Latina. A622. Pinole. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/print.asp?dd=622>. 2002. Accessed 17 Feb 2009.
- FAOSTAT (2009) Food Supply. Crops Primary Equivalent. Data Base. Consultado el 7 de mayo de 2013. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD> (Mayo 2013).
- Fernández-Suárez R, Morales-Chávez LA, Gálvez-Mariscal A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Rev. Fitotec. Mex. 36(3-A): 275-283.
- Figueroa J D C, Mauricio RA, Taba S, E Morales E, A Mendoza-Gaytán, F Rincón-Sánchez, L M Reyes, J J Véles (2005) Kernel characteristics and tortilla making quality of maize accessions from Mexico, the Caribbean, and South and Central America. In: Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, in situ Conservation, Core Subsets, and Prebreeding. S Taba (ed). Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, April 7-10, 2003. México, D.F.: CIMMYT. 71 p.
- Gálvez-Mariscal A, H Bourges-Rodríguez (2012) La alimentación en la Ciudad de México. In: Los Riesgos para la Salud en la Vida de una Megametrópolis. Memoria I. Congreso Internacional. Facultad de Medicina UNAM, 25 y 26 de agosto. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. pp:366-403.
- García-Urigüen P. (2012) La Alimentación de los Mexicanos. Cambios Sociales y Económicos, y su Impacto en los Hábitos Alimenticios. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) D.F., México. 162 p.
- Heninger GR, Delgado PL, Charmey DS, Price LH, Aghajanian GK. (1992). Tryptophan deficient diet and amino acid drink deplete plasma tryptophan and induce a relapse of depression in susceptible patients. J.Chem Neuroanat. 5:347-348.
- Hernández-Xolocotzi E, Alanís-Flores G (1970) Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México. Agrociencia 5:3-30.
- Ibarra Sánchez LS, Alvarado Casillas S, Viveros Ibarra LS. (2014). La gastronomía como atractivo turístico en la Sierra del Nayar, México Revista Educateconciencia, 4(4):137-146.
- Ibarra Sánchez L S, Alvarado Casillas S, Ibarra Sánchez JB. (2016). El origen del maíz y su significado en la seguridad alimentaria de los pueblos indígenas. Rev. Ciencias. 118-119: 38-69.

- Krymchantowski AV, Barbosa JS, Cheim C, Alves LA. (2001). Oral lysine clonixinate in the acute treatment of migraine: a double-blind placebo-controlled study. *Arq. Neuropsiquiatr.* 59(1): 46-49.
- Latournerie Moreno L, Tuxill J, Yupit Moo E, Arias Reyes L, Alejo JC, Jarvis DI (2006). Traditional maize storage methods of mayan farmers in Yucatan, México: Implications for seed selection and crop diversity. *Biodivers. Conserv.* 15:1771-1795.
- Lazos E, Chauvet M. (2011) Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México. Proyecto Global de Maíces, Informe de Gestión, CONABIO.
- Recuperado de: <http://www.bergfiles.com/i/bf4a076dfbh32i0>.
- López M (2007) Antiguas Representaciones del Maíz. CONACULTA/Archivo General de la Nación. D.F., México. 89 p.
- Lozano-Aguilar O, Solórzano-Vega E, Bernal-Lugo I, Rebolledo-Robles H, Jacinto-Hernández C. (2008). Pinole de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. *Ra Ximhai, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable.* 4(2):283-294.
- Matsuoka Y, Vigouroux Y, Goodman MM, Sanchez J, Buckler E, Doebley J. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:6080-6084.
- Mauricio SR, Figueroa JD. y Taba S. (2004). Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. *Rev. Fitotec. Mex.* 27:213-222.
- Méndez-Albores J A, Arámbula-Villa G, Loarca-Piña MG, González-Hernández J, Castaño-Tostado E, Moreno-Martínez E. (2004) Aflatoxins fate during the nixtamalization of contaminated maize by two tortilla-making processes. *J. Stored Prod. Res.* 40:87-94.
- Mera-Ovando L M, C Mapes-Sánchez (2009) El maíz. Aspectos biológicos. In: Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. T A Kato, C Mapes, L M Mera, J A Serratos, R A Bye (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. D.F., México. pp: 19-32.
- NMX-FF-034/2-SCFI-(2003). Productos alimenticios no industrializados- para uso humano- cereales. Especificaciones y métodos de prueba. 33 p.
- Ortega PR, Sánchez JJ. (1989) Aportaciones al estudio de la diversidad de maíz de las partes altas de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 12:105-119.
- Ortega-Paczka R (2003) La diversidad del maíz en México. In: Sin Maíz No Hay País. G Esteva, C Marielle (eds). Culturas Populares de México. D.F., México. pp: 123-154.
- Paredes-López O, F Guevara-Lara, L A Bello-Pérez (2009) La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Ciencias* 92-93:60-70.
- Perales HR, Benz BF, Brush SB. (2005). Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102:949-954.
- Piperno DR, Flannery KV. (2001) The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland México: new accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98: 2101-2103.
- Rizki GL, Arnaboldi B, Gabrielli J, Yan GS, Lee RK, Turner SM, Badger TM, Pitas RE, Mather JJ. (2006). Mice feed a lipogenic methionine-choline deficient diet develop



- hypermetabolism coincident with hepatic suppression of SCD-1. *J.Lipid Res.* 47:2280-2290.
- Rooney L, Serna-Saldívar SO (2003). Food use of whole corn and dry milled fractions. In: *Corn Chemistry and Technology*. J P White, L A Johnson (eds). American Association of Cereal Chemists, Inc. 2nd Ed . St Paul, MN. USA.pp:495-535.
- Serna-Saldívar S O, C A Amaya-Guerra (2008). El papel de la tortilla nixtamalizada en la nutrición y la alimentación. In: *Nixtamalización del Maíz a la Tortilla. Aspectos Nutrimientales y Toxicológicos*. M E Rodríguez-García, S O Serna-Saldívar, F Sánchez-Sinencio (eds). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. pp:105-151.
- Serna-Saldívar S O, C A Amaya-Guerra (2008) El papel de la tortilla nixtamalizada en la nutrición y la alimentación. In: *Nixtamalización del Maíz a la Tortilla. Aspectos Nutrimientales y Toxicológicos*. M E Rodríguez-García, S O Serna-Saldívar, F Sánchez-Sinencio (eds). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. pp :105-151.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2007). *Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996 - 2012*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).México, D.F. 208 p.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2011) *Cierre de la producción agrícola por cultivo*. Disponible en [http://www.slap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=215](http://www.slap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=215) (Mayo 2013)
- Singh SK and Jonhson LA. (2001). Compositional physical and wet milling properties of accession used in germoplasm. *Cereal Chem.* 78:330-335
- Slavin J. (2004). Whole grains and human health. *Nutr Res Rev.*17:99–110.
- Taube K (1989) The maize tamale in Classic maya diet, epigraphy and art. *Amer. Antiquity* 54:13-51.
- Turrent-Fernández A, J I Cortés-Flores, A Espinosa-Calderón, H Mejía-Andrade, J A Serratos-Hernández (2010) ¿Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico? *Rev. Mex. Cien. Agríc.* 1:631-646.
- Turrent-Fernández A, T A Wise, E Garvey (2012) Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. *Mex. Rural Develop. Res. Rep.* 24:1-36.
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2010) *La Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la UNESCO se enriquece con 46 nuevos elementos, 16 de noviembre*. Recuperado de: [http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/forty\\_six\\_new\\_elements\\_added\\_to\\_representative\\_list\\_of\\_the\\_intangible\\_cultural\\_heritage/#.UmVtGnCP8rw](http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/forty_six_new_elements_added_to_representative_list_of_the_intangible_cultural_heritage/#.UmVtGnCP8rw) (Mayo 2013).
- U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. *Dietary Guidelines for Americans, (2010). 7th Edition, Washington, DC: U.S. Government.* 95p.
- Vázquez-Carrillo M G, Ortega-Corona A, Guerrero-Herrera MJ, Coutiño-Estrada B (2011). Evaluación bioquímica e industrial de razas nativas de maíz de la región serrana de Sonora. In: *Amplitud, Mejoramiento, Usos y Riesgos de la Diversidad Genética de Maíz en México*. Preciado-Ortíz RE, Montes-Hernández S (eds). Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, Estado de México, México. pp: 97-142.

- Wacher C, A Cañas, P E Cook, E Barzana, J D Owens (1993) Sources of microorganisms in pozol, traditional Mexican fermented maize dough. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 9:269-274.
- Wellhausen E J, Roberts LM, Hernandez E. (1952). *Races of Maize in México*. The Bussey Institution of Harvard University, Cambridge, Massachusetts. 223 p.