

APROVECHAMIENTO DE LOS subproductos del mango para la industria alimenticia

PASCUAL-RAMÍREZ, J., SALAZAR-MONTOYA, J. A., MÉNDEZ-CASTREJÓN, M. P., RAMOS-RAMÍREZ, E. G.

DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA. CINVESTAV-IPN. AV. IPN 2508. COL. SAN PEDRO ZACATENCO. MÉXICO, D. F. CÓDIGO POSTAL 07360

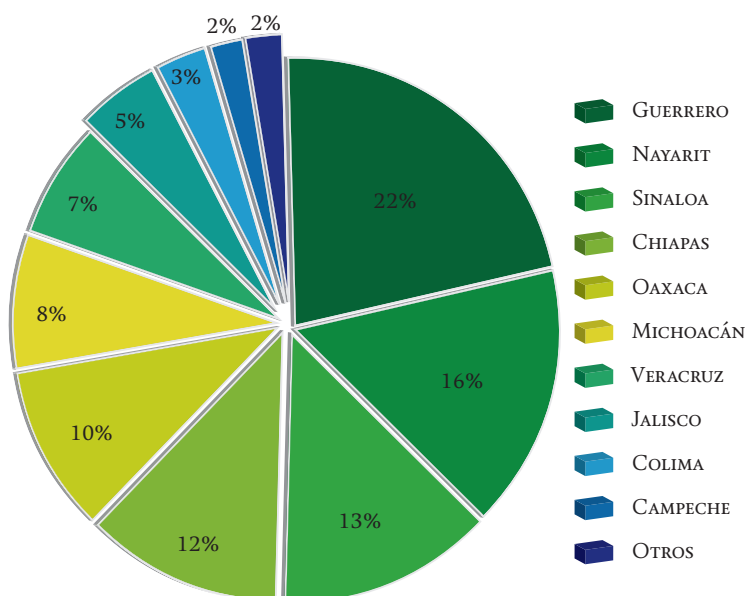
*EMAIL: ERAMOS@CINVESTAV.MX

LA PRODUCCIÓN DE MANGO EN MÉXICO

El mango es el fruto del árbol denominado *Manguifera indica* L., el cual pertenece a la familia de las Anacardiaceas, su producción se distribuye por la mayoría de los climas tropicales a nivel mundial. La distribución de este cultivo inició por el sudeste asiático y más tarde llegó al archipiélago Malayo; los portugueses lo llevaron primero al continente Africano y posteriormente a las costas de Brasil, y de ahí se distribuyó al resto de América (Samson, 1991). Actualmente, los principales países productores de mango a nivel mundial son India, China, Tailandia, Indonesia, México, Pakistán y Brasil (FAO, 2012).

Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017), organismo descentralizado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), indican que la producción de mango en México abarca la mayoría de las regiones tropicales, por lo que Guerrero, Sinaloa y Nayarit son los Estados que aportan poco más del 50 por ciento de la producción nacional de mango (Figura 1). Quedando menos del 50 por ciento distribuido en otros Estados de la República, entre los que se pueden mencionar Chiapas, Michoacán y Oaxaca.

FIGURA 1. PRODUCCIÓN DE MANGO EN MÉXICO ENTRE LOS AÑOS 2010 A 2015.



Elaboración propia con datos del SIAP.

Por otra parte, el volumen de producción entre los años 2010 a 2015 no ha sufrido grandes cambios (Tabla 1), y se tiene que para el año 2015 la producción nacional de mango se ubicó en 1 775 506.77 toneladas. Por lo anterior, el cultivo del mango en México ocupa el cuarto lugar en producción frutícola nacional después de la naranja, limón y plátano (SIAP-SAGARPA, 2012).

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE MANGO ENTRE LOS AÑOS 2010 A 2015

Año	Volumen cosechado (Toneladas)
2010	1 632 649.34
2011	1 536 654.24
2012	1 465 190.35
2013	1 603 809.53
2014	1 451 890.39
2015	1 775 506.77

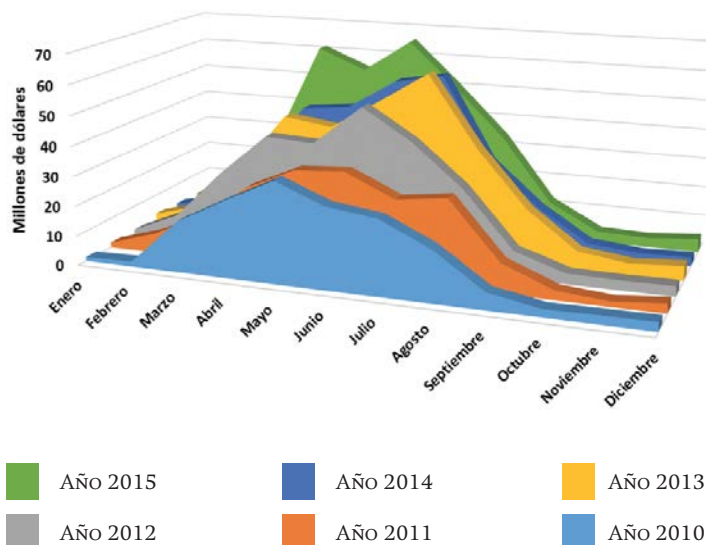
De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-129-SCFI-1998 se distinguen dos grupos de mango: Indostano y Mulgova (Figura 2). El grupo Indostano se caracteriza por frutos de forma esférica, pulpa fibrosa, cáscara gruesa y semilla grande, tales como las variedades Keitt y Tommy Atkins; el grupo Mulgova incluye frutos de cáscara delgada, forma alargada, pulpa suave y semilla pequeña, las principales variedades son Manila, Ataulfo y Alfonso. El grupo Mulgova ha sido usado como materia prima para la industria de alimentos debido a su alto contenido de jugo, mientras que el grupo Indostano solo se consume en fresco como fruto de mesa, ya que debido a sus características físicas despierta poco interés en la industria de los alimentos procesados.

FIGURA 2. MANGO INDOSTANO (IZQUIERDA) Y MULGOVA (DERECHA). LAS VARIETADES KEITT Y TOMMY ATKINS SON LAS QUE SE PRODUCEN EN MAYOR VOLUMEN SIENDO SINALOA, MICHOACÁN, NAYARIT, CHIAPAS, GUERRERO, OAXACA Y VERACRUZ LOS PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES (MONTAÑO ET AL., 2012).



La producción de mango tiene una gran derrama económica en nuestro país, pudiendo realizarse comercio interno y exportación de frutos frescos. En la Figura 3 se muestra un resumen de la exportación, en el cual es posible apreciar que de abril a julio se obtienen los mayores ingresos por conceptos de exportación, misma que se realiza principalmente a Estados Unidos.

FIGURA 3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS EXPORTACIONES DE MANGO (2010 A 2015).



La producción de mango se realiza de manera estacional y llega a un punto de máxima producción en la cual los precios de comercialización decaen notablemente, tiene una vida de anaquel muy limitada debido a la alta tasa de respiración, por ser un fruto climatérico (Saucedo y Arévalo, 1994) y muchas veces este factor ocasiona que los frutos se queden en las huertas sin ser cosechados debido al bajo precio. Además, un factor que contribuye a la generación de desperdicios es la antracnosis, el cual es causado por hongos del género *Colletotrichum* y ocasiona daños pre y post-cosecha (Árias-Suárez et al., 2004). En este caso los daños se manifiestan por lesiones oscuras en la cáscara (Figura 4), que posteriormente desencadena daños en la pulpa, pudiendo ocasionar la pudrición del fruto en su totalidad.

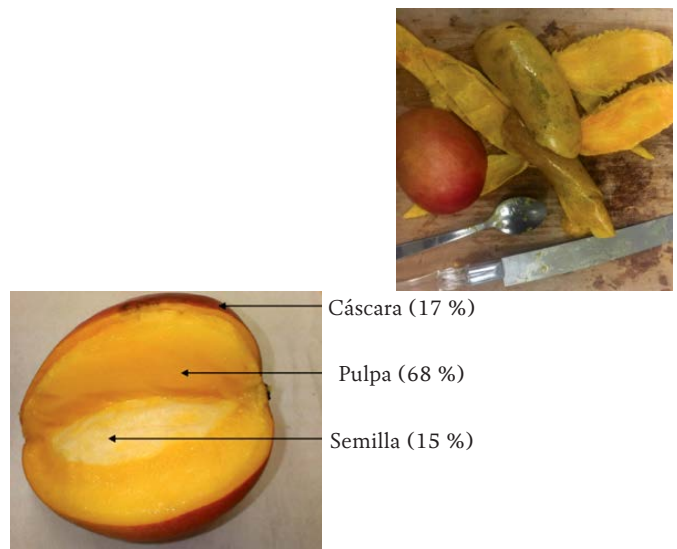
FIGURA 4. DAÑOS POR ANTRACNOSIS EN FRUTOS DE MANGO



GENERACIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

Existen varios factores que pueden permitir la producción de subproductos (Figura 5) de los frutos de mango, entre ellos se puede mencionar el daño por antracnosis, la caída en los precios y los desechos de la industria de jugos; de esta manera, se puede obtener cantidades importantes de cáscara, semilla, frutos sobre madurados o frutos con daños por hongos. Todos los subproductos mencionados pueden ser susceptibles de ser aprovechados como fuente de compuestos de interés agroindustrial.

FIGURA 5. COMPOSICIÓN PORCENTUAL EN PESO DE LAS FRACCIONES DE MANGO.



La cáscara y semilla no son aprovechadas y se desechan al ambiente, generando residuos para la proliferación de insectos y en algunos casos la eutroficación de cuerpos de agua. Estudios previos demuestran que a partir de la cáscara se puede extraer pectinas, fibras y algunos antioxidantes (Ajila et al., 2007). Kittiphoom (2012) indica que la semilla de mango es rica en proteína cruda, lípidos, cenizas, fibra dietaria, carbohidratos y algunos minerales como el potasio, magnesio y calcio. Las proteínas del germen son ricas en glutamato, leucina, alanina, aspartato, arginina y valina, entre otros (Fowomola et al., 2010).

FUENTE DE NUTRIENTES

Actualmente, del mango sólo se aprovecha la pulpa en la alimentación humana, ya que es una fracción rica en nutrientes entre los que se encuentran los carbohidratos, carotenoides y polifenoles. En la Tabla 2 se observa el perfil nutricional general de la pulpa de mango, sin embargo, se sabe que la composición puede cambiar en función de la variedad, origen geográfico y estado de madurez; en muchos casos esto determina el uso al que se le destine (Vásquez-Caicedo et al., 2002).

TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PULPA DE MANGO

Componente	Cantidad (100 g de pulpa fresca)
Agua	83 g
Proteínas	0.5 g
Grasas	0
Carbohidratos	15 g
Fibra	0.8 g
Calcio	10 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina A	600 UI
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.04 mg
Vitamina C	3 mg

OBTENCIÓN DE ALMIDÓN COMO NUEVO ADITIVO ALIMENTARIOS A PARTIR DEL MANGO

En esta investigación se estudió el aprovechamiento de subproductos de variedades de mango como fuentes potenciales para la extracción de almidón, debido a que el almidón es un aditivo que tiene gran importancia por su propiedades como agente espesante en diversos alimentos. Las semillas de mango Indostano de las variedades Keitt y Tommy Atkins, en estados verde y maduro, fueron analizadas para conocer su potencial como fuente de obtención de almidones (Ramos-Ramírez et al., 2016).

Los frutos fueron cosechados en mayo de 2013 y se adquirieron en la Central de Abasto de la Ciudad de México. La selección física se basó en la uniformidad de tamaño, forma, peso y color de los frutos de acuerdo a la NMX-FF-058-SCFI-2006. A nivel laboratorio, se analizó la calidad de la materia prima mediante la cuantificación de

pH, acidez titulable y sólidos solubles totales en la pulpa, utilizando las técnicas estandarizadas de la AOAC, 1995 (Association of Official Analytical Chemist). Se realizó la separación de fracciones de forma manual, cuantificando de manera independiente el peso (g) de las fracciones: cáscara, pulpa y semilla. A la semilla se le eliminó la testa y la cubierta pergaminosa interna para liberar al germen. Esta fracción fue dividida en dos grupos. El primero se deshidrató hasta peso constante, en una estufa a 50°C, posteriormente se molió y tamizó para realizar el análisis químico proximal y la identificación de almidón usando solución de Lugol (solución de yodo y yoduro de potasio). El segundo grupo se molió en un procesador de pulpa para realizar la extracción de almidón, usando el método de Kaur et al (2004) con algunas modificaciones. El almidón obtenido se deshidrató hasta peso constante y se le cuantificaron carbohidratos totales por el método de Dubois et al., (1956) y la relación amilosa/amilopectina usando la metodología propuesta por McGrance et al (1998).

En los frutos verdes se cuantificaron los sólidos solubles totales (SST) obteniendo un valor promedio de 13.3±0.72 °Bx, mientras que en los frutos maduros se encontró una cantidad mayor de este componente al alcanzar 17.22±0.80 °Bx de SST. La acidez titulable se cuantificó como el porcentaje de ácido cítrico, para los frutos verdes se determinó un valor de 0.38±0.05 por ciento, mientras que en frutos maduros la acidez disminuyó a 0.03±0.01 por ciento. Estos valores sirven para caracterizar un estado verde contra uno maduro, en forma cuantitativa; en los mangos verdes hay alta acidez, mientras que en los maduros hay un aumento del grado de dulzor debido a la producción de azúcares simples.

Los frutos de la variedad Keitt poseen mayor cantidad porcentual de cáscara (17.07±1.28 por ciento) comparado con Tommy Atkins (11.50±2.11 por ciento), mientras que la cantidad de semilla se ubicó en 10.86±0.51 por ciento para mango Keitt y 9.02±2.33 por ciento en la otra variedad, estos resultados indican que no hay diferencia entre la cantidad de semillas; en la cantidad de cáscara si hubo diferencias entre las variedades. Schieber et al., (2001) reportan que los subproductos del mango (cáscara y semilla juntos) se ubican en promedio en un 35 por ciento y se menciona que en algunos casos esta cantidad puede subir hasta el 60 por ciento, dependiendo de la variedad. Otros frutos también generan cantidades importantes de subproductos como el maracuyá (75 por ciento) y plátano (30 por ciento) (Anand y Maini, 1997; Schieber et al., 2001) y en estos casos, también se propone obtener algún producto de valor agregado a partir de los subproductos. Los datos mostrados sustentan la necesidad de proponer estrategias para el aprovechamiento de la semilla de mango basado en su composición.

Mediante el análisis químico proximal del germen de la semilla, de las dos variedades de mango estudiadas (Tabla 3), se observó que los carbohidratos son los componentes más abundantes al alcanzar valores alrededor del 75 por ciento en base seca, superando notablemente a todos los demás componentes. Un caso similar ocurre con la variedad de mango Totapurri producido en la India, en donde se determinó 69.77 por ciento de carbohidratos en la harina de la semilla de este mango (Yatnatti et al., 2014).

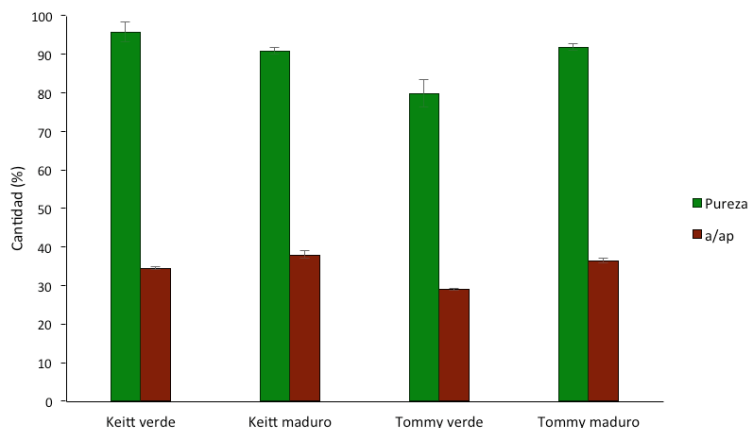
TABLA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DEL GERMEN DE MANGO KEITT Y TOMMY ATKINS.

Composición (%)	Variedades	
	Keitt	Tommy Atkins
Cenizas	08.43±0.06	02.53±0.10
Lípidos	07.80±0.23	12.01±0.26
Proteínas	06.76±0.14	04.81±0.06
Fibra cruda	02.10±0.14	04.07±0.08
Carbohidratos	74.91±3.53	76.58±4.86

Es importante mencionar que el germen al ser un órgano de reserva del fruto, también presenta cantidades importantes de lípidos y proteínas. Sin embargo, debido a que la cantidad de carbohidratos es mayor, en este trabajo se procedió a realizar el estudio basado en este componente. La prueba de yodo sobre el germen indicó la presencia de almidón en cantidades importantes, ya que la muestra analizada se tiñó de color púrpura al interactuar con la solución de Lugol. Por lo anterior, se procedió a realizar la extracción de almidón, usando agua destilada como medio de dispersión y purificación. Los resultados pueden verse en la Tabla 4, donde se puede apreciar que las semillas de los frutos verdes presentaron mayor cantidad de almidón, que los frutos maduros.

Hassan et al., (2013) reportan rendimientos de almidón de 52.8±1.2 por ciento a 65.37±1.11 por ciento, para cuatro semillas de variedades de mango nigerianas (Bintasuga, Dankamaru, Pararand y Peter). Cabe señalar que los resultados de la extracción de almidón en frutos verde y maduro indican que conforme los frutos maduraron hubo una transformación de los gránulos de almidón hacia otros compuestos más sencillos, como los azúcares simples.

A los almidones extraídos se les analizó la pureza (Figura 6) mediante la cuantificación de los azúcares totales, los cuales se ubicaron en más del 90 por ciento, con excepción del almidón extraído de la variedad Tommy Atkins verde, en el que se determinó 80 por ciento de pureza, esto se debe posiblemente a que los frutos presentan diferentes características fisiológicas por ser de diferentes cultivares.

FIGURA 6. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS ALMIDONES DE MANGO (A:AMILOSA, AP:AMILOPECTINA).


Como se puede observar en la Figura 6, el almidón de mango Tommy Atkins verde presentó la menor relación amilosa/amilopectina (28.92±0.16 por ciento) mientras que en el almidón de semilla de mango Keitt maduro se encontró un valor superior (37.93±0.87 por ciento). Comparativamente, los autores Kawaljit y Seung-Taik (2008) reportaron una relación porcentual de 36.42 para almidón de maíz, 40.44 en almidón de semilla de mango Chausa, así como 50.61 en almidón de semilla de mango Kuppi (variedades cultivadas en Korea del Sur). Como se observa en nuestro trabajo, los almidones mexicanos analizados tienen una relación de amilosa/amilopectina cercano a lo que se ha reportado para otras variedades de mango. Al comparar con almidón de maíz, Salinas-Moreno et al., (2003) reportó que el almidón de maíz nixtamalizado comercial contiene mayor cantidad de amilopectina (entre 70 a 76 por ciento) y el resto es de amilosa, Kawaljit y Seung-Taik (2008) determinaron una relación amilosa/amilopectina de 36.42; con base en lo anterior, los resultados de este estudio indican que el almidón de la semilla de mango podría tener una composición similar con respecto al almidón de maíz, y esto lo podrían proyectar como buena fuente de obtención de almidón.

Por todo lo anterior, la semilla de mango puede ser una fuente importante para la extracción de almidón, y otros compuestos de gran importancia, como los polifenoles, las pectinas, aceites y la obtención de fibra dietaria. Esto indica que es posible generar valor agregado al cultivo a partir del aprovechamiento de la semilla, evitando así problemas de contaminación ambiental.

PERSPECTIVAS

Los frutos de mango son una fuente importante de nutrientes debido a su composición química proximal, sin embargo como resultado de su explotación comercial y consumo en fresco, como fruto de mesa (Figura 7), se generan cantidades importantes de subproductos que pueden ser aprovechados para la extracción de aditivos alimentarios.

FIGURA 7. VARIEDADES DE MANGOS NATIVOS COMO FRUTO DE MESA.


De acuerdo a las estadísticas reportadas para 2015 (SIAP, 2017) se tuvo una producción de 1 775 506.77 toneladas de mango en México. Considerando que en promedio la cantidad de cáscara se ubica en 17 por ciento y de semilla en 15 por ciento con respecto al peso total del fruto (Figura 5), esto implica que durante un año es posible producir 301 836 toneladas de cáscara y 266 326 toneladas de semilla, volumen de subproductos que pueden servir como materia prima para posible procesamiento industrial de cáscara y semilla. Por ejemplo, con el dato promedio de rendimiento de extracción de almidón (47 por ciento) de semilla de mango (Tabla 4) se puede afirmar que para 2015 se pudo haber obtenido 125 173 toneladas de almidón de esta fuente vegetal; de esta manera se podría considerar un valor económico potencial de un subproducto, que se desecha en muchos casos como basura orgánica. La diversificación del aprovechamiento de cada una de las fracciones de los frutos de mango (cáscara, pulpa y semilla) pueden contribuir a generar valor agregado al cultivo.

TABLA 4. RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN.

Variedad	Estado de madurez	Almidón extraído (%)
Keitt	Verde	66.74±3.35
	Maduro	54.69±1.30
Tommy Atkins	Verde	41.69±2.20
	Maduro	26.74±1.28

REFERENCIAS

Anand, J. C. y Maini, S. B. 1997. Utilisation of fruit and vegetable wastes. *Indian Food Packer*. 51: 45-63

AOAC 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, E. U.

Arias-Suárez, J. F., Espinosa-Aburto, J., Rico-Ponce, H. R., Miranda-Salcedo, M. A. 2004. Dinámica de daño y control de la antracnosis *Colletotricum gloeosporoides* (Penz) en mango en Michoacán. INIFAP, México.

FAO, 2012. Food and Agriculture Data. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en www.fao.org/faostat/, consultado en abril de 2017.

Fowomola, M. A. 2010. Some nutrients and antinutrients contents of mango (*Mangifera indica* L.) seed. *African Journal of Food Science*. 4(2): 472-476.

Hassan L. G., Muhammad A. B., Aliyu R. U., Idris Z. M., Izuagie T., Umar K. J. and Sani N. A., 2013. Extraction and characterization of starches from four varieties of *Mangifera indica* seeds. *J. of Applied Chemistry*. 3: 16-23.

Kaur, L. J., Sing, and Liu, Q., 2007. Starch - A Potential Biomaterial for Biomedical Applications. In: *Nanomaterials and Nanosystems for Biomedical Applications*. Mozafari Editors. 83-98

Kawaljit, S. S. y Seungh-Taik, L. 2008. Structural characteristics and in vitro digestibility of mango kernel starches (*Mangifera indica* L). *Food Chemistry*. 107: 92-97.

Kittipoom S., 2012. Utilization of mango seed. *International Food Research Journal* 19(4): 1325-1335.

McGrance, S. J., Cornell, H. J. y Rix, C. J. 1998. A simple and rapid colorimetric method for the determination of amylose in starch products. *Starch*. 50: 58-63.

Montaño G., Morales V., Pacheco L., 2012. La Producción y el valor de mango en México. *Agro Entorno*. 38.

NMX-FF-058-SCFI-2006. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano – Fruta fresca – Mango (*Mangifera indica* L.) – Especificaciones.

NOM-129-SCFI-1998. Información comercial – Etiquetado de productos agrícolas – Mango.

Ramos-Ramírez, E. G., Sierra-López, D., Pascual-Ramírez, J., Salazar-Montoya, J. A. 2016. Extraction and characterization of food biopolymers from by products of mango (*Mangifera indica* L.). *Polymat Contributions*. 1: 55-58.

Salinas-Moreno, Y., Pérez-Herrera, P., Castillo-Merino, J. y Álvarez-Rivas, L. A. 2003. Relación amilosa:amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 26 (2): 115-121.

Samson, J. A. 1991. *Fruticultura tropical*. Editorial Limusa. Primera edición. México.

Schieber, A., Stinzing, F. C. y Carle, R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. *Trends in food science and technology*. 12: 401-413.

SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. Disponible en www.gob.mx/SIAP/, consultado en abril de 2017.

Sumaya-Martínez, M. T., Sánchez-Herrera, L. M., Torres-García, G., García-Paredes, D. 2012. Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 30: 826-833.

Vásquez-Cañedo, A. L., Neidhart, S., Pathomrungsinyounggul, P., Wiriyacharee, P., Chattrakul, A., Sruamsiri, P., Manochai, P., Bangerth, F., Carle, R. 2002. Physical, chemical and sensory properties of nine Thai mango cultivars and evaluation of their technological and nutritional potential. In: *International symposium sustaining food security and managing natural resources in southeast Asia – Challenges for the 21st century* - 1-13. Thailand.

Yatnatti, S. Vijayalakshmi, D. y Chandru, R. 2014. Processing and nutritive value of mango seed kernel flour. *Current research in nutrition and food science*. 2(3):170-175.

