

COMPARACIÓN DE FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CÁSCARA, SEMILLA DE MANGO CRIOLLO DESHIDRATADO CON MICROONDAS¹

[COMPARISON OF PHENOLS AND SKIN ANTIOXIDANT CAPACITY, HANDLE SEED DEHYDRATED CRIOLLO WITH MICROWAVE]

Floriberta Calva Angeles^{1§}, Lucero Zavala Zavala¹, Rogelio Muñoz Santos¹, María del Pilar Martha Vélez Rodríguez, Fredy Morales Trejo², Yanet Chávez Reyes¹

¹Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias; Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas. Carretera las Choapas-Cerro de Nanchital Km 6. Col. J. Mario Rosado, Las Choapas, Veracruz, C.P. 96980, México. Tels. (01923) 3232010 al 32017.²Laboratorio de Química del Dpto. de preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. [§]Autor para correspondencia: (florangeles-98@hotmail.com).

RESUMEN

El tratamiento adecuado de los residuos agroindustriales como son semilla y cáscara de mango criollo puede evitar muchos problemas de contaminación. En este estudio se realizó la comparación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante entre cáscara y semilla de mango criollo deshidratada con microondas. Se estandarizaron las condiciones óptimas de deshidratación con microondas, cuantificación de los compuestos fenólicos de la semilla y cáscara fresca y deshidratada, capacidad antioxidante con el radical ABTS, análisis químico proximal de semilla y cáscara de mango. Se encontró que las condiciones de deshidratación fueron de 15-17 min a una potencia de 460 watts. La cáscara de mango criollo presentó un contenido de compuestos fenólicos de 243.56 ± 0.15 y la semilla 67.58 ± 0.04 . Se obtuvo un mayor contenido de los compuestos fenólicos en la semilla y cáscara deshidratada en comparación con la semilla y cáscara fresca debido que el tratamiento con microondas ayuda a liberar los compuestos oxidativos y compuestos fenólicos. La cáscara de mango presentó 51.15 ± 2.40 de capacidad antioxidante, la semilla presentó 45.30 ± 0.06 , debido a la gran cantidad de compuestos bioactivos tanto en cáscara como en semilla de mango deshidratada se puede dar un valor agregado al utilizarse en diversos productos en la industria alimentaria.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, ondas electromagnéticas, químico proximal, radical ABTS, secado.

ABSTRACT

The proper treatment of agroindustrial waste such as seed and shell of native mango can avoid many pollution problems. In this study, a comparison was made of phenolic compounds and antioxidant capacity between shell and seed of criollo mango dehydrated with microwaves. The optimal conditions of dehydration were standardized with microwaves, quantification of the phenolic compounds of the seed and fresh and dehydrated skin, antioxidant capacity with the radical ABTS, proximal chemical analysis of seed and mango husk. It was found that dehydration conditions were 15-17 min at a power of 460 watts. The criollo mango peel had a content of

¹ Recibido: 19-abril-2019
Aceptado: 12-mayo-2020

phenolic compounds of 243.56 ± 0.15 and the seed 67.58 ± 0.04 . A higher content of the phenolic compounds was obtained in the seed and dehydrated shell in comparison with the seed and fresh shell since the treatment with microwaves helps to release the oxidative compounds and phenolic compounds. The mango husk presented 51.15 ± 2.40 of antioxidant capacity, the seed presented 45.30 ± 0.06 , due to the large amount of bioactive compounds in both shell and dehydrated mango seed can be given an added value and be used in various products in the food industry.

Index words: bioactive compounds, electromagnetic waves, proximal chemical, radical ABTS, drying.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es la fruta comercial de mayor disponibilidad en países de la región tropical de América además es una fuente importante de fibra, vitaminas y compuestos bioactivos con actividad antioxidante como la vitamina C, vitamina E, polifenoles y carotenos (Sumaya *et al.*, 2012). Es uno de los cultivos de frutas tropicales más importantes con un valor comercial significativo, ocupa el tercer lugar en cuanto a superficie sembrada en México dentro de los frutales, siendo el café el principal, seguido de la naranja (SAGARPA-SIAP, 2008).

Las industrias de alimentos producen una gran cantidad de residuos los cuales afectan al medio ambiente, ya que gran parte de estos residuos agroindustriales se disponen sobre el suelo sin ningún tratamiento previo. A dichos residuos se les puede dar un valor agregado y obtener grandes beneficios de ellos Engels *et al.* (2009) mencionan que las cáscaras y el hueso del mango que pueden considerarse desechos pueden ser una fuente importante de compuestos bioactivos, tales como la pectina, polifenoles y manguiferina en las cáscaras, ácidos grasos poliinsaturados en el hueso y compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante y antiinflamatoria. Además, se ha reportado una importante actividad antimicrobiana en extractos de semilla de mango, debido a la naturaleza de los compuestos polifenólicos que contienen. En Las Choapas Veracruz se cultiva el mango pájaro, esta fruta es utilizada para la elaboración de helados, mermeladas, jalea y agua, originando residuos como son la semilla y la cáscara. García *et al.* (2003) encontraron que las cáscaras de mango criollo presentan en promedio 4.8% de proteína cruda, 29% de fibra dietética soluble y 27% de fibra dietética insoluble, dicho balance entre los dos tipos de fibra es similar al de la avena. Así mismo, en la semilla y cáscara del mango se ha encontrado una importante actividad antioxidante, inclusive más alta que en la pulpa misma (Soong y Barlow, 2004; Ribeiroa *et al.*, 2008; Maisuthisakula y Gordon, 2009).

De acuerdo al estudio de la Cadena Agroalimentaria del Mango (2003) uno de los más importantes problemas de la transformación del mango es el mínimo desarrollo tecnológico para su industrialización, por lo que se favorece su venta en fresco lo que implica que los productos finales tengan un bajo valor agregado y exista un alto desperdicio de materia prima (aproximadamente 40%). Una manera de responder a esta situación es la formación de una red de valor, en la cual es indispensable conocer las necesidades del consumidor para el desarrollo de nuevas estrategias de comercialización del mango, es por eso que se recomienda la implementación de las microondas para la conservación de sus compuestos ya que se ha convertido durante los últimos años, en una herramienta que mejora la productividad de los procesos (Duvernay, 2005; Wannberg, 2006). Además, es una forma de energía electromagnética no calorífica, la cual se caracteriza por ser una onda corta que viaja a la velocidad de la luz y

tiene la propiedad de hacer vibrar las moléculas de los cuerpos que atraviesa, calentándolos. El proceso con microondas genera calor del interior del alimento al exterior a través de las vibraciones moleculares, en cambio con el calentamiento convencional, el calor se aplica desde el exterior hacia el interior, generando un aumento de temperatura en el alimento.

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la deshidratación con microondas y comparar los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la cáscara y semilla de mango criollo. Esto con la finalidad de conservar los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante para poder darle un valor agregado a la semilla y cáscara de mango criollo y ser utilizados en la elaboración de alimentos con propiedades funcionales debido a que los alimentos funcionales y los suplementos representan una oportunidad para el diseño y formulación de alimentos orientado a productos que contribuyan a conservar la salud y a prevenir enfermedades; mediante la incorporación de materias primas o ingredientes con actividades funcionales (Pérez, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Para el desarrollo del trabajo experimental se utilizó como muestra de estudio la cáscara y semilla de mango criollo, las cuales fueron recolectadas durante los meses de junio-julio del 2017 en la localidad de San José del Carmen municipio de Las Choapas, los frutos recolectados se llevaron al laboratorio de usos múltiples del Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas Veracruz. Se hizo una selección de acuerdo a sus características fenotípicas y se desinfectaron con Citrus®. Se separaron en lotes de 5 kg cada uno y se refrigeraron a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ hasta el momento de su análisis.

La deshidratación de la cáscara y semilla de mango se realizó por el método con microondas. Se estandarizaron las variables como tiempo (min), potencia (watts) y la cantidad de masa (g) a deshidratar, determinando límites máximos y mínimos.

Análisis químico proximal

Para el estudio de químico proximal se basó en los métodos oficiales de análisis descritos por la AOAC (2000):

Determinación de humedad: Se realizó en estufa a 105°C hasta la obtención de peso constante. El contenido de humedad es el resultado de la diferencia del peso inicial y el final expresado en porcentaje. Determinación de proteína: Esta determinación se realizó por el método semimicro de Kjendahl. Se considera 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína. Determinación de grasa: Se usó el método Soxhlet, utilizando como solvente el hexano-éter. Determinación de ceniza: Se realizó por incineración de la muestra en una mufla a 600°C método descrito por la Determinación de fibra bruta: Se determinó con la muestra previamente seca y desgrasada AOAC (2000).

Extracción de los compuestos fenólicos

Se analizaron extractos metabólicos de la semilla y cáscara de mango criollo. La extracción se obtuvo en metanol: agua (1:1). Se pesó 1 g de muestra y se agregó 7.5 mL del disolvente de

extracción. Posteriormente se sónico por (1 h), se dejó en reposo por 15 h y se volvió a sonicar por 1h. El extracto se centrifugó a $13,000\text{ g}^{-1}$ por 5 min, usando una centrifuga modelo Beckman J2-H2 (USA).

El contenido total de fenoles fue determinado usando el método de Folin-Ciocalteu. El reactivo de Folin-Ciocalteu fue diluido 10 veces con agua. Los extractos de la semilla y cascara de mango (0.1 mL) fueron mezclados con 750 μL del reactivo de Folin-Ciocalteu. Después la reacción se dejó en reposo por 5 min, y se adicionaron 750 μL (60 g L^{-1}) de bicarbonato de sodio y se mezclaron. Las soluciones fueron incubadas por 90 min y para determinar las lecturas espectrofotométricas se leyeron a 750 nm usando un Thermo Spectronic modelo Genesys 10_{uv} scanning (Rochester, NY. USA). Se realizó una curva de calibración usando ácido gálico en concentraciones de 0 a 0.25 mg mL^{-1} . Los resultados se expresan como mg GAE/100 g DW \pm desviación estándar (SD) para 3 repeticiones.

Determinación de capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de los extractos de cáscara y semilla de mango fueron evaluadas mediante el uso de 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico) (ABTS). Se preparó el reactivo per sulfato de potasio del cual pesaron 0.0066 g y reactivo ABTS .0384, los reactivos en polvo se colocaron en frascos color ámbar, y después fueron llevados a un matraz aforado de 50 ml y se diluyeron con agua destilada y se colocó en refrigeración 12 h antes de usarlo.

El reactivo ABTS preparado se diluyo en etanol 1:100 y se leyó en el espectrómetro con absorbancia de 734 nm. En tubos de ensayo se colocaron 10 μL de muestra de cascara y semilla de mango los cuales se le adicionaron 990 mL de ABTS, seguido de una homogenización durante 1 min. Las muestras se realizaron por triplicado para la lectura en el espectrofotómetro. Antes de leer a cada muestra se analizó la estabilidad del ABTS (La muestra realizaba previamente) en el espectrofotómetro.

Análisis estadístico

Las medidas realizadas para las determinaciones analíticas se realizaron por triplicado expresando los resultados como valor medio (\pm) desviación estándar (SD). Se realizó un análisis de varianza y la comparación de resultados mediante la prueba Tukey para ver las diferencias entre las distintas condiciones con un nivel de significancia del 95% ($p>0.05$), utilizando el programa infostat versión 2017®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura del mango

El mango es un fruto carnosos que varía de tamaño y color, esto es independiente de las variedades de mango al tener toda la misma estructura. El mango de la variedad criolla contiene 6.8% de semilla y 20% de cáscara. Datos similares encontraron Salunkhe y Kadam (1995) y Sruamsiri y Silman (2009) en el mango manila la cáscara representa 12-15% y la semilla de un 15-20%. Dependiendo la variedad de mango la semilla representa un porcentaje del 10 al 25% del total de la fruta a excepción del mango Kernel en el cual la representa 45 a 85% de la semilla o aproximadamente el 20% de la fruta. En otros estudios Durán *et al.* (2016) mencionan que la

cáscara de mango representa de 10 a 25% del peso total del fruto, de la variedad de mango Kernel representa la semilla de un 45 a 85% total del fruto.

Deshidratación con microondas de la cáscara y semilla de mango criollo

En el Cuadro 1 se pueden observar las condiciones de secado con microondas de semilla y cáscara de mango. Las condiciones de deshidratación con microondas se estandarizaron aplicando potencias, en un rango de tiempo de 15 a 17 min. Alvarado (2017) reportó resultados más eficaces utilizando y evaluando el rendimiento de la fresa en sus experimentos de secado en horno de microondas a una frecuencia de 2.45 GHz con potencia de 10 kW, el mayor aprovechamiento de la energía se obtuvo durante el minuto 5 y 20 donde el rendimiento fue entre 0,3 y 0,45 kg kWh⁻¹ presentando una diferencia significativa ($p > 0.05$), utilizando el método Tukey. En estudios realizados por Hojjati *et al.* (2015) se deshidrataron pistachos en hornos de microondas a 480 y 640 W, y exhibieron mayor contenido de fenoles totales. Condiciones similares para llevar a cabo la deshidratación de cáscara y semilla de mango criollo.

Cuadro 1. Condiciones de secado, determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante

Muestra	Condiciones de secado		Determinación de compuestos fenólicos EAG/100 g		Capacidad antioxidante ABTS ($\mu\text{M Trolox}$)	
	Potencia (watts)	Tiempo (min)	Materia fresca	Deshidratada con microondas	Materia fresca	Deshidratada con microondas
Semilla de mango	460	15	52.64 ^a ±0.05	67.58 ^b ±0.04	37.30±0.04 ^a	45.30±0.06 ^b
Cáscara de mango	460	16-17	104.31 ^a ±0.10	243.56 ^b ±0.15	43.80 ± 1.5 ^a	51.15± 2.40 ^b

Letras idénticas indican que no hay diferencia significativa (Tukey, $p > 0.05$) ± indica desviación estándar.

Análisis químico proximal de la cáscara y semilla de mango deshidratado con microondas

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal de la cáscara y semilla de mango criollo se muestran en el Cuadro 2. Como se puede observar la cáscara presenta un alto contenido de proteína 5.62 %g/100 g en comparación con otros estudios de residuos de marañón amarillo el contenido de proteínas fue de 5.43% g/100 g (Montesinos, 2008), la cáscara de mango al ser comparada con otros residuos en su contenido de proteínas fue mayor, por lo que puede ser una buena alternativa de uso para emplearla en productos funcionales.

El contenido de fibra en la semilla de mango criollo es 65.02 %, este resultado es mayor en comparación con otros estudios reportados por Thuaytong *et al.* (2011) en ralladura de limón con un contenido de 45.27%. La diferencia que existe entre los datos obtenidos y los reportados por otros autores puede atribuirse a que se trata de diferentes variedades, además de que el clima, la temperatura, luminosidad y suelo son factores que también contribuyen a tal efecto (Serna y Torres, 2015). Por otro lado, la semilla de mango presentó un contenido de cenizas de 3.1% estos resultados son similares a los encontrados por Fasaki *et al.* (2008) en la semilla de guanábana

(2.29%). Habría que considerar que el contenido de cenizas también puede variar de acuerdo con el fruto, estado de madurez, variedad y temporada de cosecha, así como por las condiciones de cultivo (Priego, 2007).

De acuerdo a los resultados obtenidos en químico proximal la cáscara y semilla de mango son dos residuos agroindustriales con gran cantidad de proteínas, y fibra que pueden aportar grandes beneficios a nuestro organismo y son una buena alternativa para ser ampliamente utilizados en la industria alimentaria.

Cuadro 2. Análisis químico proximal de semilla y cascara de mango.

Muestras	Componente				
	Humedad	Cenizas	Proteínas	Fibra	Grasa
Residuos de cáscara de mango (%)	22.4±0.8	2.9±0.2	5.62±0.7	39.07±0.3	0.11±0.6
Residuos de semilla de mango (%)	22.30±0.7	3.1±0.02	0.68±0.8	65.02±0.5	0.12±0.7

Letras idénticas indican que no hay diferencia significativa (Tukey, $p > 0.05$) ± indica desviación estándar.

Determinación de compuestos fenólicos

Los resultados del contenido de los compuestos fenólicos de la cáscara y semilla de mango se muestran en el Cuadro 1, se obtuvo que con la aplicación de las microondas se mejoró la biodisponibilidad del contenido de compuestos fenólicos en la cáscara y la semilla, lo cual se puede deber a la ruptura de tejidos Bagherian *et al.* (2011), por otro lado, de acuerdo a Rodríguez-Bencomo *et al.* (2015 el tratamiento térmico libera los compuestos fenólicos unidos; además oxidativo, y enzimas hidrolíticas.

El mango ataulfo en la variedad mexicana presento un contenido de 6813 mg/100 g de compuestos fenólicos en materia seca (García *et al.*, 2013), en otros estudios reportados Sogi *et al.* (2013) encontraron que la variedad Tommy Atkins cultivada en Estados Unidos presenta 3185 mg/100 g de compuestos fenólicos, por otro lado Uslu *et al.* (2017), determinaron compuestos fenólicos en el marañón manzana, empleando el proceso de calentamiento a microondas en diferentes potencias, a 180 W obtuvieron 33.38 mg EAG/100 g, 78.13 mg EAG/100 g a 360 W, y 107.00 mg EAG/100 g en la potencia de 720 W, lo cual fue más favorable porque el contenido fenólico se aumentaba conforme aumentaba la potencia a 5 min. Los resultados de fenoles en esta investigación fueron 243.56 mg/100 en la cáscara de mango criollo y 67.58 mg/100 en la semilla, estos resultados son inferiores a los reportados por otros investigadores esto se puede deber a la variedad del mango, la maduración etc. Con base a estos resultados se puede deducir que la cáscara y semilla de mango son una buena fuente de compuestos fenólicos.

Capacidad antioxidante de la cáscara y semilla de mango

En el Cuadro 1, se muestran los resultados de la capacidad antioxidante de la semilla y cáscara de mango en estado fresco y deshidratado por microondas. Robles-Sánchez *et al.* (2013) reportaron que el consumo de mango puede proveer cantidades significativas en compuestos bioactivos como con actividad antioxidante; más sin embargo es necesario desarrollar algunas técnicas que ayuden a disminuir el deterioro del fruto después del procesamiento mínimo.

La cáscara es descartada como desecho que contiene una amplia variedad de productos secundarios con actividad antioxidante (Rafiq *et al.*, 2016). En la cáscara de mango fresco se encontró un contenido de 43.80 ± 1.5 mg-eq-trolox g^{-1} , la muestra deshidratada con microondas presento un contenido de 51.15 ± 2.40 mg-eq-trolox g^{-1} , como se muestra se obtuvo una mayor capacidad antioxidante en la muestra seca en comparación con la muestra fresca, de acuerdo a estos resultados la cáscara de mango puede ser considerada una fuente potencial de antioxidantes, en la literatura se reportan valores de 2.1 a 26.8 mg de cianidina 3-glucósido equivalente/100 g en cáscaras de manzanas (Wolfe *et al.*, 2003), 1.84 mg 100 g^{-1} en fresas y 17.87 mg 100 g^{-1} en frambuesas rojas (mg 100 g^{-1}) y en uvas rojas (Samappito y Butkhup, 2010). En estudios realizados por Rincón *et al.* (2005) se encontraron que las cáscaras de las frutas son las principales fuentes de antioxidantes naturales, Suja *et al.* (2017) mencionan que estos compuestos son seguros además de que imparten beneficios a la salud del consumidor. Se obtuvo el mismo efecto en la semilla de mango hubo un incremento de capacidad antioxidante en la muestra seca en comparación con la muestra fresca, la semilla en estado fresco presento un contenido de 37.30 ± 0.04 mg-eq-trolox g^{-1} , en la muestra deshidratada por microondas se obtuvo un contenido de 45.30 ± 0.06 mg-eq-trolox g^{-1} , el empleo de microondas favoreció los resultados debido a que permite un calentamiento volumétrico el cual provoca un aumento instantáneo de la temperatura al existir un contacto directo entre el producto y el campo electromagnético generado (De la Hoz *et al.*, 2005; Keshwani y Cheng, 2010).

CONCLUSIONES

La deshidratación con microondas presenta ventajas tales como corto tiempo de secado conservando los compuestos bioactivos como son los compuestos fenólicos, así como su capacidad antioxidante en la semilla y cáscara de mango criollo. La cáscara y semilla de mango criollo deshidratado contienen un alto contenido de fibra, proteína por lo cual pueden ser una alternativa para emplearlos en alimenticios funcionales, además de incrementar la economía del municipio de Las Choapas mediante su comercialización.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, M.B. 2017. Study of the stramberry drying process using microwave dryer. *Prospectiva* 15: 29-34.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis* (16th Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. pp .777-787
- Bagherian, H., F. Z. Ashtiani, A. Fouladitajar, and M. Mohtashamy. 2011. Comparisons between conventional, microwave -and ultrasound- assisted methods for extraction of pectin from grapefruit. *Chem. Eng. Process.* 50: 1237-1243.
- Cadena Agroalimentaria del Mango. 2003. *Elaboración del programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en el Estado de Guerrero. Red para el Desarrollo Sostenible de México*, A.C.
- De la Hoz, A. Díaz, O. A. and A. Moreno. 2005. Microwaves in organic synthesis. Thermal and non-thermal microwave effects. *Chemical Society Reviews* 34: 164-178.
- Fasakin, A.O., E.O. Fehintola, O.A. Obijole, and O.A. Oseni. 2008. Compositional analyses of the seed of soursop, *Annona muricata* L., as a potential animal feed Supplement. *Sci. Res. Essays*.3: 521-523.

- García-Magaña. M. L., H.S. García, L. A. Perez-Bello, S.G. Sáyago-Ayerdi, and M. M. de Oca. 2013. Functional properties and dietary fiber characterization of mango processing by-products (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo and Tommy Atkins). *Plant Foods Human Nutr.* 68(3): 254-258.
- Hojjati, M., L. Noguera-Artiaga, A. Wojdyło, and A.A. Carbonell-Barrachina. 2015. Effects of microwave heating on physicochemical properties of pistachios (*Pistacia vera* L.). *Food Sci. Biotechnol* 24: 1995–2001.
- Montesinos, E. 2008. Efecto de la temperatura de congelación en las propiedades físicas y químicas de la pulpa congelada de dos variedades (CCP76 y CCP06) del falso fruto de marañón (*Anacardium occidentale* L.). Zamora, Honduras. pp. 22.
- Pérez L, H. 2006. Nutraceuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. *ICIDCA* 3: 20–28.
- Priego-Mendoza, N. 2007. Obtención de fibra dietética a partir de sáculos de naranja aplicando un tratamiento con vapor. Tesis de Licenciatura Ingeniero en Alimentos, Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oaxaca. pp.5.
- Rafiq, S., K. Rajkumari, S. Sajad-Ahmad, B. Nadia, N. Fiza, and N. Gulzar-Ahmad. 2016. Citrus peel as a source of functional ingredient. A Review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 17(4): 351-358.
- Rincón, A. M., A. Vásquez, and F. C Marina-Padilla. 2005. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 55(3): 305-310.
- Robles-Sánchez R., M. Rojas-Graü, I. Odriozola-Serrano, G. González-Aguilar and O. Martín-Belloso. 2013. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Science and Technology* 50: 240-246.
- Rocha-Rivero, S. M., L. C. Almeida-Barbosa, J. H. Queiroz, M. Knodler and A. Schieber. 2008. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chemistry.* 110(3): 620-626.
- Rodríguez-Bencomo, J., J. Kelebek, H. Sonmezdag, A.S. Rodríguez-Alcala, L.M. Fontecha, and J. Selli S. 2015. Characterization of the aroma-active, phenolic, and lipid profiles of the pistachio (*Pistacia vera* L.) nut as affected by the single and double heating process. *J. Agric. Food Chem* 63 :7830–7839.
- SAGARPA-SIAP. 2008. Producción Sistema Producto Mango. (consultado: 29/11/2019). Disponible en : <http://www.mango.gob.mx/index.php?portal=mango>.
- Salunkhe, D.K., and S.S Kadam. 1995. *Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage, and Processing.* CRC Press. Boca Raton, FL, p. 27.
- Samappito, S., and L. Butkhup. 2010. Analysis of anthocyanin, Flavonoids, and Phenolic Acid Contents of Ten Fruits and Antioxidant Activity. *International Journal of Fruit Science* 10:264–280.
- Serna-Cock, L., and Torres-León, C. 2015. Potencial agroindustrial de cáscaras de mango de las variedades Keitt, y Tommy Atkins (*Mangifera indica*). *Acta Agronómica.* 64(2): 110-115.
- Sogi, D. S., M. Siddiq, I. Greiby, and K. D. Dolan, 2013. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of Tommy Atkins mango peel and kernel as affected by drying methods. *Food Chem.* 141(3):2649-55.
- Suja, D., G. Bupesh, R. Nivya, V. Mohan, P. Ramasamy, N.S. Muthiah, E. Arul-Amutha, K. Meenakumari, and K. Prabu. 2017. Phytochemical Screening, Antioxidant, Antibacterial

Activities of Citrus Limon and Citrus Sinensis Peel Extracts. International Journal of Pharmacognosy and Chinese Medicin. 1(2): 1-7.

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

Thuaytong, W. and P. Anprung. 2011. Bioactive compounds and prebiotic activity in Thailand-grown red and white guava fruit (*Psidium guajava* L.). Food science and technology international. 17(3): 205-212.

Wannberg, J., K. Ersmark, and M. Larhed. 2003. Microwave-Accelerated Synthesis of Protease Inhibitors. Topics in Current Chemistry. 266: 167–198.

Wolfe, K. X. Wu. and R. Hai-Liu. 2003. Antioxidant activity of apple peels. J. of Agri. Food Chemistry 51(3): 609-614.