

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y TECNO FUNCIONALES DE SUBPRODUCTOS DE RESIDUOS DE MANGO (*mangifera indica*, variedad Tommy Atkins)

Esther Alicia Medina Rendon^{a,b}, Guadalupe María Guatemala Morales^b, Ofelia Fernández Flores^b, Rosa Isela Corona González^a, Pedro Martín Mondragón Cortéz^b, Enrique Arriola Guevara^a,

^a Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán No. 1421, Guadalajara, Jalisco, 44430, México. arriole@hotmail.com

^b Unidad de Tecnología Alimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C, Av. Normalistas # 800, Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, 44270, México.

Resumen

En la elaboración de jugos y otros productos a base de la pulpa de mango se generan desechos del fruto que pueden transformarse en harina, o polvos, y emplearse como fuente de pectina y otros ingredientes alimenticios; es así que se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y tecno-funcionales de las harinas de cáscara y almendra de mango (*Mangifera indica* variedad Tommy Atkins). Los resultados mostraron rendimientos y composición en cáscara y almendra que permiten pensar en su utilización para crear nuevos productos tales como botanas, cereales, pasteles entre otros. Para la cáscara, los valores de Índice de Absorción en Agua (IAA), Poder de hinchamiento (PH) e Índice de solubilidad en agua (ISA) se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura; sin embargo, para la almendra se encontró que estos están por arriba de los valores comerciales, lo que las llevan a ser un ingrediente con alta funcionalidad.

Introducción

El mango (*Mangifera indica*) es una de las principales frutas tropicales en el mundo, se consume principalmente fresco. En México la producción de mango se encuentra cerca de los 2 millones de toneladas anuales. Del total de la producción, 13.5% se destina a la industrialización obteniéndose como desperdicio cáscara, hueso y fibra pulposa [1]. En nuestro país estos desechos o subproductos agrícolas representan un problema ambiental ya que no se cuenta con políticas adecuadas para su manejo y la mayoría de las veces son arrojadas a los basureros [2]. La utilización de la semilla se ha investigado extensamente en el pasado como una fuente de grasa, antioxidante natural, almidón y harinas, mientras que la cáscara de mango se ha encontrado que aporta fibra dietética y es una fuente natural de antioxidantes [3]. Una de las aplicaciones de estos residuos es convertir estos residuos en harinas, para que de esta manera sean aprovechados en productos alimenticios, tales como fideos, pan, bizcochos, galletas y otros productos de panadería [4]. El objetivo de este trabajo podría resumirse en la realización de la evaluación de las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de harinas obtenidas a partir de residuos de mango (cáscara y almendra).

Metodología

Materias Primas

Se utilizó mango (*Mangifera indica* L. variedad Tommy Atkins) y maíz blanco (*Zea Mays*).

Obtención de residuos

Los mangos se cortaron, separándose la pulpa, la cáscara y el hueso; este último fue abierto con tijeras para sustraer la almendra. Para obtener un tamaño uniforme las cáscaras y la almendra de mango se rebanaron utilizando un procesador de alimentos marca Hobart modelo FP100 (Figura 1).



Figura 1. Obtención de residuos del mango

Secado de cáscara y almendra del mango

La cáscara y la almendra del mango se sometieron a un proceso de secado en un horno de convección a una temperatura constante de 60 °C, durante 24 horas para la cáscara y durante 13 horas para la almendra [5, 6] (Figura 2).



Figura 2. Cáscara y almendra del mango después del proceso de secado

Caracterización de harinas (Molienda)

Ambas, cáscara y almendra, se molieron hasta obtener un tamaño de partícula promedio de 0.50 mm para la cáscara y de 0.40 mm para la almendra, utilizando una licuadora para la primera (Oster®), y una licuadora industrial de acero inoxidable grado alimenticio (International®) para la segunda. [6, 7].

Las harinas obtenidas se almacenaron en un recipiente hermético a temperatura ambiente (Figura 3).



Figura 3. Harinas de cáscara y almendra del mango

Los parámetros que se analizaron para la caracterización de las harinas fueron los siguientes:

1. *Tamaño de partícula*: Para la determinación del tamaño de partícula (DTP) se utilizó un equipo Rotap® marca WSTYLER modelo RX-29 con movimiento vibratorio vertical constante durante 30 minutos.
2. *Color de las harinas*: Se utilizó un colorímetro marca HunterLab Mini Scan EZ modelo 4500L para medir L, a y b.
3. Índice de absorción en agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA): se calcularon utilizando el método de Anderson et al., 1982 [8].
4. *Análisis Bromatológicos*:
AOAC 15th Edición. 1990. Volumen I. Método 986.25. Determinación de carbohidratos.
NMX-F-083-1986 Determinación de humedad en productos alimenticios.
NMX-F-608-NORMEX-2011 Determinación de Proteínas en alimentos.
NMX-F-607-NORMEX-2013 Determinación de Cenizas en alimentos.
NOM-086-SSA1-1994 (Apéndice Normativo C, Numeral 1) Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos.
NMX-F-613-NORMEX-2003 Determinación de fibra cruda en alimentos.

Resultados

El mango se divide principalmente en tres partes, cáscara, pulpa y hueso también llamado semilla dentro de este se encuentra la almendra. El rendimiento del mango fresco fue de 59.70% Pulpa, 17.49% Cáscara, 10.49% Semilla o hueso (obteniéndose de este último un 4.24% de almendra) y 12.25% de Merma (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento al procesar el mango

Rendimiento	%Pulpa	%Cáscara	%Almendra	%Hueso solo	%Merma
Mango fresco	59.70	17.49	4.24	6.25	12.25
Mango seco	13.03	3.33	1.90	1.98	

Los resultados de este estudio coinciden con los informados por otros autores [9,10,11,12]. En los que reportan valores de entre 10-15.5% de cáscara y de 8.5-11.4% para la semilla o hueso del mango variedad Tommy Atkins.

El secado de los residuos de la cáscara y almendra del mango se hizo en un horno de convección a una temperatura constante de 60 °C, durante 24 horas para la cáscara y durante 13 horas para la almendra, la temperatura para el secado de la cáscara del mango se tomo de Noor Aziah et al. 2011 [6], y de Tapia Santos et al. 2015 [5] para la almendra del mango aunque con una pequeña variación para la temperatura de 55 C a 60 C haciendo de esta manera que el secado durara 2 horas menos de lo planteado.

El rendimiento del mango después del proceso de secado fue de 13.03% de pulpa, 3.33% de cáscara, 1.90% de almendra y 1.98% hueso solo; estos porcentajes son respecto al total del fruto fresco (Tabla 1).

El contenido inicial de humedad de la cáscara y de la almendra fueron de 78.50% y 55.60%, respectivamente. Después del proceso de secado el contenido de humedad final fue de 7.99% y 6.86% para la cáscara y la almendra (Tabla 2). Los porcentajes de humedad de los dos residuos secos están por debajo del 15% de humedad lo que nos indica que se encuentran dentro del límite permitido para las harinas según la “Norma Oficial Mexicana NOM-147-ssal-1996, bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas

comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales”.

Para las dos harinas los parámetros de color fueron muy similares, el parámetro L* cercano a cero demuestra una luminosidad con tendencia hacia los grises, mientras que los valores positivos de los parámetros de a* y b* nos indican una coloración roja y amarilla respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis proximal y propiedades tecno-funcionales de las harinas

Análisis	Harina de Almendra de Mango	Harina de Cáscara de Mango
Humedad (%)	6.86	7.99
Proteínas (%)	6.31	2.88
Cenizas (%)	1.97	1.74
Grasas (%)	9.94	1.51
Carbohidratos Totales (%)	72.37	74.65
Fibra Cruda (%)	2.55	11.23
Tamaño de partícula (mm)	0.35 ± 0.06	0.47 ± 0.01
L (-)	27.15 ± 1.60	25.64 ± 2.03
a (-)	3.01 ± 0.73	3.60 ± 0.64
b (-)	10.01 ± 1.85	9.85 ± 1.58
IAA (g gel/g muestra)	9.16 ± 0.30	2.66 ± 0.03
ISA (%)	24.26 ± 1.57	6.64 ± 0.59
PH (%)	27.48	7.78

El ISA (Índice de Solubilidad en Agua) refleja el grado de degradación del almidón y el IAA (Índice de Absorción en Agua) es el grado de gelatinización del almidón o su capacidad para formar geles. Reflejan el grado de cocimiento que tiene una harina. Contreras Jiménez, et al en 2014 [13] reportaron que para harinas de maíz el ISA se encuentra entre 7.19 - 13.31% y el IAA entre 2.36 – 2.95 g gel/g muestra. Por otra parte, Flores et al en el 2002 reportaron que el IAA para harinas comerciales en México es de entre 2.7 a 3.7 g gel/g muestra y el ISA de 4 a 12%. El Índice de Solubilidad en Agua (ISA), para la almendra con un valor de 24.26 % resulto casi 4 veces mayor que el de la cáscara entreviendo con esto una mayor capacidad de hinchamiento y grado de degradación del almidón; por otra parte el Índice de Absorción en Agua (IAA), tanto para la almendra como la cáscara se encontró entre 9.0 y 2.66 g gel/g muestra respectivamente. Los valores de IAA e ISA en la cáscara se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura. Mientras que los valores de la almendra se encuentran por arriba de los valores encontrados comercialmente. Lo que las llevan a ser un ingrediente con alta funcionalidad para ser incorporada en la producción de pan, bizcochos, galletas u otros productos de panadería [6].

El poder de hinchamiento es una medida del aumento en masa del almidón, no solubilizado, como consecuencia de la absorción de agua por los grupos hidroxilo de los polímeros de amilosa y amilopectina. El poder de hinchamiento incrementa con el aumento de la temperatura, ya que a altas temperaturas sucede relajación progresiva de las fuerzas de enlace dentro del gránulo, lo que implica aumento del poder de hinchamiento al elevar la temperatura [14]. El poder de hinchamiento reportó valores de 27.48% y 7.78% para la almendra y la cáscara respectivamente, que de acuerdo con los valores de referencia se encuentra en el rango entre 0.79-15.45% lo que nos indica que el PH para la

cáscara se encuentra en el rango mientras que para la almendra se encuentra fuera del rango esto es debido a la alta solubilidad de agua con la que cuenta. Jibaja Espinoza en 2014 [15] reportó que la composición química de la harina de cáscara de mango es: 5.44% de proteína, 1.99% de Grasa, 11.20% de Fibra y 2.84% de Cenizas; si comparamos estos valores con los encontrados en este trabajo que son: 2.88% de proteína, 1.74% de Cenizas, 1.51% de Grasas, 11.23% de Fibra, podemos notar que son muy similares. Moreno Álvarez en 1999 [16] reportó que la composición química de la harina de almendra de mango es: 6.90% de proteína, 9.61% de grasa, 3.12% de fibra, 1.72% de ceniza y 58.19% de carbohidratos totales; al comparar estos valores con los encontrados en el presente trabajo que son: 6.31% de proteína, 1.97% de cenizas, 9.94% de grasa, 2.55% de fibra, podemos ver que los valores son muy similares también. Con ello podemos concluir que la caracterización de las harinas no afectó los valores de la composición química.

Conclusiones

Las propiedades fisicoquímicas de las harinas de cáscara y almendra del mango nos muestran que es posible utilizar estas para crear nuevos productos como pueden ser botanas, cereales, pasteles, entre otros, que posean propiedades nutricionales altas (proteínas y fibra), para de esta manera generar un producto de valor agregado de los residuos orgánicos generados por las industrias procesadoras del mango.

Referencias

- [1] Wall Medrano Abraham., Olivas Aguirre Francisco J., Velderrain Rodríguez, Gustavo R., González Aguilar, A., de la Rosa, Laura A., López Díaz, José A., y Álvarez-Parrilla Emilio. El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 67-75, 2015.
- [2] Sumaya Martínez, Ma. Teresa., Sánchez Herrera Leticia Mónica, García Gerardo Torres, García Paredes, Diego. Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista mexicana de agronegocios*, 16(30), 8326-833, 2012.
- [3] Sudha, M. L., Indumathi, K., Sumanth, M. S., Rajarathnam, S., Shashirekha, M. N. Mango pulp fibre waste: characterization and utilization as a bakery product ingredient. *Food Measure* 9, 382–388, 2015.
- [4] Jahurul, M. H. A., Zaidul, I. S. M., Norulaini, N. A. N., Sahena, F., Abedin, M. Z., Ghafoor, K., Mohd Omar, A. K. Characterization of crystallization and melting profiles of blends of mango seed fat and palm oil mid-fraction as cocoa butter replacers using differential scanning calorimetry and pulse nuclear magnetic resonance. *Food Research International*, 55, 103-109, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.050>.
- [5] Tapia Santos Magaly, Pérez Armendáriz Beatriz, Cavazos Arroyo Judith, Mayett Moreno Yésica. Obtención de aceite de semilla de mango manila (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 17(32): 258-2, 2013.
- [6] Noor, A., Lee, W. y Bhat, R., Nutritional and sensory quality evaluation of sponge cake prepared by incorporation of high dietary fiber containing mango (*Mangifera indica* Var. Chokanan) pulp and peel flours. *International journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (6), 559-567, 2011.
- [7] Chaparro Acuña A. E., Lara Sandoval, A., Sandoval Amador, S. J., Sosa Suarique, J. J., Martínez Zambrano, J. H. Gil González. Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica* L.). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 6 (1), 67-75, 2015.
- [8] Anderson, R. A., H. F. Conway, V. F. Pfeifer, and E. I. Griffin. Roll and Extrusion Cooking of Grain Sorghum Grits. *Cereal Science Today*, 14, 372-375, 1969.
- [9] Brito, B., Vaillant, F., Espín, S., Lara, N., Valarezo, O., Rodríguez, M., Samaniego, I., Jaramillo, M.I. y Pontón, B. Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación. *Informe Final del Proyecto INIAP-PROMSA IQ-CV-077*. Quito. Ecuador. 90 pp. 2003.
- [10] Pereira da Silva, D.F., Siqueiras, D.L., Pereira, C.S., Salomao, L.C.C. y Struiving, T.B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. *Rev. Ceres (Viçosa)* 56:783, 2009.
- [11] Siller, C. J., Muiy, D., Báez, B., Araiza, E. & Ireta, A. Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *Rev. Fitotecnia de México* 32:45, 2009.

- [12] Guzmán, O., Lemus, C., Bugarin, J., Bonilla, J., Ly, J., Composición y características químicas de mangos (*Mangifera indica* L.) destinados a la alimentación animal en Nayarit, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47 (3), 273-277, 2013.
- [13] Contreras Jiménez, B., Morales Sánchez, E., Reyes Vega, M.L., Gaytán Martínez, M. Propiedades funcionales de harinas de maíz nixtamalizado obtenidas por extrusión a baja temperatura. *Journal of Food*, 12 (3), 263-270, 2014.
- [14] Meaño Correa, Ninoska., Ciarfella Perez, Ana Teresa., Dorta Villegas, Ana Marina. Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame Congo (*Dioscorea bulbifera* L.) para predecir sus posibles usos tecnológicos. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 26 (2), 182-187, 2014.
- [15] Jibaja Espinoza, Luis Miguel. Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, mangífera indica, variedad "criollo". *Científica-k* 2(1), 2014.
- [16] Moreno Álvarez, Mario José. 1999. Evaluación fisicoquímica de una harina Integral proveniente de semillas de mango (*Mangifera indica* L. Var. Bocado). *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 11 (2), 25-27, 1999.