

Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón extraídos de frutos de mango ‘Tommy atkins’ del estado de Nayarit

Y. A. Lopez-Flores¹, G. Ramirez-Balboa¹, R. Balois-Morales², P.U. Bautista-Rosales², G. Lopez-Guzmán² y J. E. Bello-Lara³

¹Programa de Maestría en Ciencias Biológico-Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. ²Unidad de Tecnología de Alimentos-Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit. ³Instituto Tecnológico del Sur de Nayarit. Correo-e: balois_uanayar@hotmail.com.

RESUMEN: El almidón es el carbohidrato más importante a nivel industrial debido a su abundancia y diversidad de aplicaciones en distintas industrias como la de alimentos, los cuales se utilizan como agentes espesantes, emulsificantes o estabilizantes. Estos polisacáridos se encuentran en concentraciones considerables en frutos en estado de madurez fisiológica, tal es el caso del mango. Estos frutos tienen una gran demanda en el mercado nacional e internacional, debido a sus características organolépticas y fisicoquímicas. En México, Nayarit es uno de los principales productores de este fruto entre los cuales se destaca el ‘Tommy atkins’, éstos son utilizados en la industria para elaboración de productos, tales como jugos y néctares; por lo que el objetivo del trabajo fue caracterizar almidones extraídos de este cultivar fisicoquímica y funcionalmente. Las variables evaluadas fueron: análisis proximales (%), contenido de amilosa (%), claridad de la pasta (%), temperatura de gelificación (°C), índices de Solubilidad (g del gel/ g muestra), absorción de agua (%) y morfología de los gránulos por microscopía electrónica de barrido. Los resultados indicaron que las características fisicoquímicas y funcionales de los almidones fueron diferentes a los obtenidos de fuentes convencionales, por lo que podría ser una fuente no convencional para la extracción.

Palabras clave: Polisacáridos, industria, alimentos.

ABSTRACT: Starch is the most important carbohydrate at the industrial level due to its abundance and diversity of applications in different industries such as food, which are used as thickeners agents, emulsifiers or stabilizers. These polysaccharides are found in considerable concentrations in fruits at physiological maturity, such as mango. These fruits are in huge demand in the national and international market due to their organoleptic and physicochemical characteristics. In Mexico, Nayarit is one of the main producers of this fruit among which highlights the ‘Tommy Atkins’, these are used in industry for making products, such as juices and nectars. Therefore, the objective of the work to characterize physico-chemically and functionally the starch extracted from this cultivar. The variables evaluated were: proximal analysis (%), amylose and amylopectin content (%), pulp clarity (%), gelation temperature (°C), Solubility indexes (gel g / g sample), water absorption (%) and morphology of the granules by scanning electron microscopy. The results indicated that the physicochemical and functional characteristics of the starches were different from the extracted from conventional sources, so it could be an unconventional source for extraction.

Keywords: Polysaccharides, industry, foods.

Área: Aprovechamiento y valorización de subproductos

INTRODUCCIÓN

El almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional en la industria alimentaria debido a su abundancia, gran versatilidad, bajo costo y por ser un recurso renovable (Bello-Lara, *et al.*, 2016), entre sus aplicaciones se encuentran como agentes espesantes, emulsificantes y estabilizantes, asimismo, se han utilizado para la elaboración de películas biodegradables o recubrimientos comestibles, esto debido a sus propiedades fisicoquímicas y funcionales (Zamudio-Flores, 2011; Bello-Lara, *et al.*, 2016).

Estos carbohidratos se encuentran presentes en productos agrícolas, tales como los cereales, leguminosas, tubérculos y se pueden encontrar en algunos frutos como el mango y plátano (Guerra-

DellaValle, *et al.*, 2008), en donde la obtención del almidón de fuentes no convencionales, tal es el caso del mango, puede proveer materias primas con propiedades especiales para satisfacer la demanda industrial, así como la búsqueda de almidones con propiedades diferentes a las fuentes convencionales (papa y maíz) (Arzapalo, *et al.*, 2015).

Los frutos de mango son uno de los productos frutícolas tropicales más importantes en el mundo, principalmente por su agradable sabor, aroma y por su alto valor nutricional, ya que es rico en agua, azúcares, fibra, minerales y vitaminas (Singh, *et al.*, 2013); en México, el estado de Nayarit por su ubicación geográfica y condiciones edafoclimáticas es uno de los principales productores de frutos tropicales, como el mango, destacando el ‘Tommy atkins’, los cuales son frutos de gran tamaño, con cáscara roja brillante, sabor agradable y un gran potencial para la industria de procesamiento mínimo, ya que son resistentes al manejo agroindustrial y su pulpa es de color naranja-amarillo, con un alto contenido de vitaminas A, B y C (Chiumarelli, *et al.*, 2011).

Sin embargo, las industrias procesadoras de estos frutos generan cantidades de residuos que no son reutilizables o no se disponen de modo apropiado, donde según la FAO informó que 54,5% de la fruta se pierde de la granja al mercado (Bello-Pérez, *et al.*, 2019). Por lo que esta investigación tiene como objetivo extraer almidón de aquellos frutos de mango que se pierden durante la postcosecha o no alcanzan la calidad para su comercialización (‘Tommy atkins’), para su caracterización fisicoquímica y funcional, para obtener almidones diferentes o mejores a las obtenidas convencionalmente (maíz y papa), para que así puedan tener nuevas aplicaciones o el desarrollo de nuevos productos en las industrias.

En este trabajo, los rendimientos de almidón obtenidos de las pulpas de los frutos de mango fueron de 4.96%, los cuales presentaron un contenido de humedad, cenizas y proteínas dentro de los estándares establecidos por la FDA, los cuales presentaron algunas diferencias con los almidones extraídos de fuentes convencionales y similares a otras fuentes no convencionales como el mango ‘Atoaulfo’ y plátano (Solís-Espinoza, 2008); además, los almidones tuvieron alta absorción, solubilidad y poder de hinchamiento de agua a una temperatura de 60 °C, la temperatura de gelatinización y el contenido de amilosa fueron relativamente altos, por lo tanto, es un gel que no retrograda y forma una pasta estable. Por lo que las propiedades fisicoquímicas y funcionales obtenidas anteriormente indican que el almidón de mango de ‘Tommy atkins’ se puede considerar como una alternativa para ser utilizada en las industrias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de mango ‘Tommy atkins’ en madurez fisiológica cosechados de Atonalisco municipio de Tepic Nayarit. La extracción del polisacárido se realizó de acuerdo a la metodología de Flores-Gorosquera, *et al.* (2004).

La composición proximal del almidón se realizó mediante las técnicas descritas por la AOAC (2006) los cuales fueron contenido de humedad que se determinó secando la muestra a 105°C en un horno secado durante 24 h, mientras que el contenido de cenizas y proteína se determinaron mediante los métodos de incineración y el método Kjeldhal respectivamente.

Las propiedades fisicoquímicas y funcionales como son los azúcares totales se determinaron mediante la técnica de Antrona (Whitam, *et al.*, 1971), contenido de amilosa y amilopectina (ISO,1987); la temperatura de gelificación (Grace, 1977), el índice de absorción de agua, índice de solubilidad de agua y poder de hinchamiento (Hernández-Medina, *et al.*, 2008), la claridad de la pasta por la técnica de Craig, *et al.*, 1989, el tamaño y forma del gránulo mediante microscopía electrónica de barrido (Ohtani, *et al.*, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Los resultados del almidón obtenido de la pulpa de los frutos de mango se muestran en el cuadro I, los rendimientos de almidón fueron del 4.96%, los resultados fueron reportados en base húmeda; éstos se compararon con datos obtenidos por Medina, *et al.* (2010) donde reportaron un 50% en cotiledones de mango Hilacha, además Fernández (1998) en mango Bocado y Haden obtuvo rendimientos de 51 a 60% respectivamente, lo cual el rendimiento varía dependiendo la fuente donde se obtiene este polisacárido.

Análisis Proximal

El análisis proximal de los almidones se muestran en el cuadro I, en cuanto al contenido de humedad los almidones obtuvieron un 9.75%, los cuales pueden alcanzar valores entre el 10 y el 13% (Rowe, 2003), estos son similares comparándolos con almidones de maíz e inferiores al almidón de papa con un 9% y 19% respectivamente, que son considerados fuentes convencionales (Betancurt-Ancona, 2001), mientras que en cotiledones de mango presentó una humedad del 12.25% (Medina, *et al.*, 2010). En cuanto a proteína cruda y cenizas los almidones de los frutos de mango presentaron valores inferiores establecidos por la FDA (máximo de 0.35% en proteína y máximo de 0.064% en cenizas). Asimismo al contenido de azúcares totales valores bajos comparados a los extraídos en cotiledones de mango Hilacha, lo cual indica que serían aptos para ser utilizados en jarabes, debido a que presentan poca reacción de Maillard.

El contenido de amilosa y amilopectina aparente de los almidones fueron de 31.4% y 68.6% respectivamente, estos resultados fueron similares a los reportados por Solís-Espinoza (2008) con un 31.1% y 68.9%; asimismo se comparó con el almidón de papa con un 21% y un 28.3 en contenido de amilosa (Betancur-Ancona, 2001). La diferencia en el contenido de amilosa en el almidón puede afectar las propiedades fisicoquímicas, a cantidades mayores de amilosa, generan geles más firmes, así como, mayores propiedades de retrogeneración y formación de películas.

Cuadro I Comparación de los análisis proximales de almidones de frutos de mango con otros productos.				
Propiedades fisicoquímicas (%)	Mango 'Tommy atkins'	Maíz¹	Papa¹	Cotiledones de mango²
Rendimiento	4.96± 0.65	-	-	50.08
Humedad	9.75 ± 0.14	9.9	19	12.25
Proteína cruda	0.0438 ± 0	0.1	0.06	2.45
Cenizas	0.07 ± 0	0.06	0.40	0.12
Azúcares totales	0.003±0	NR	NR	1.25
Amilosa	31.40±0.01	28.3	21	12.45
Amilopectina	68.60 ±0	71.7	79	87.55

NR- No reportado; ¹Betancourt-Ancona (2001) y ² Medina, *et al.* (2010)

Propiedades funcionales

Los resultados de índice de solubilidad de agua (ISA), absorción de agua (IAA) y poder de hinchamiento (IPH) del almidón de los frutos de mango de 'Tommy atkins' se pueden observar en el cuadro II, se presentan en los almidones a temperatura de 60 °C un ISA de 3.30% y un IAA de 5.19 g del gel/g de muestra, estos se pueden comparar con cotiledones de mango Hilacha (Medina, *et al.*, 2010) se obtuvo un ISA de 0.040% y IAA de 1.40 g de gel/ g de muestra. En cuanto al poder de hinchamiento el almidón presentó un 3.87%; Asimismo los resultados de la claridad del almidón

presentaron una claridad del 27%, por lo cual se pueden considerar como almidones opacos o turbios (FAO, 2007); Mientras que la temperatura de gelificación de los almidones fueron de 68.67°C, estos resultados fueron inferiores a los almidones de cotiledones de mango Hilacha que tuvo una temperatura de gelificación de 78.5 °C y similares al de la yuca de 65°C (Hernández-Medina, 2008).

Cuadro II Propiedades funcionales de almidón de frutos de mango.					
Propiedades funcionales	ISA a 60°C. (g gel/g de muestra)	IAA a 60°C. (%)	IPH a 60°C. (%)	Claridad pasta (%)	Temperatura de gelificación (°C)
'Tommy atkins'	1.43± 0.16	3.85± 0.24	3.87± 0.24	27.57± 0.01	68.67 ± 0

Índice de Solubilidad de Agua (ISA), Índice de Absorción de Agua (IAA), (IPH) Índice de Poder de Hinchamiento.

Los resultados obtenidos de las morfologías de los gránulos de almidones obtenidos de los frutos de mango se muestra en la figura 1, en ésta se puede observar que la morfología de los almidones es esférica con tamaños que van de 9-15 µm en una visualización de 15 kV (A), a esa visualización fueron observados almidones reportados por Casarrubias-Castillo, *et al.* (2012), donde la morfología de almidones de maíz (B) presentan formas esféricas, ovaladas y con predominio poligonal con tamaños irregulares; asimismo, reportan almidones de mango (C) que presentan formas esféricas con puntas, presentando hendiduras y tamaños de 5-12 µm y los almidones de plátano (D) mostraron un gránulo más grande y alargados con tamaños de entre 40-45 µm de largo y de anchura 10-12 µm.

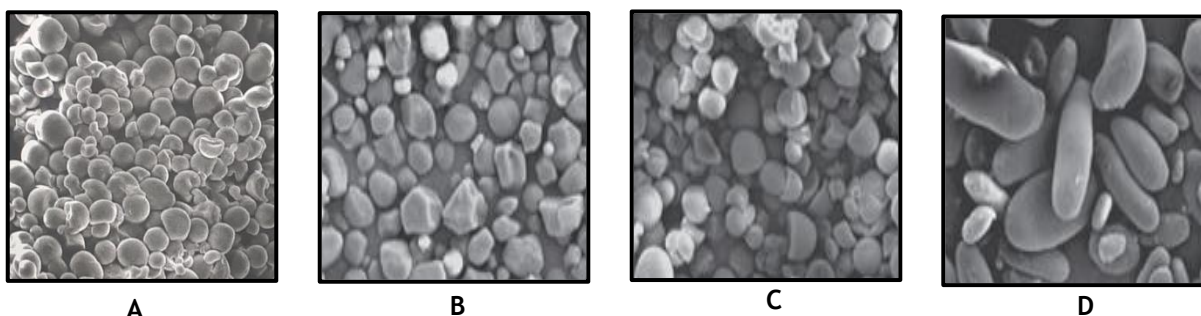


Figura 1 Morfología de los gránulos de almidón observados a 15 kV: (A) Mango 'Tommy atkins' (Autor Principal), (B) Maíz, (C) Mango y (D) Plátano reportados por Casarrubias-Castillo, *et al.*, (2012).

CONCLUSIÓN

Los almidones extraídos de los frutos de mango 'Tommy atkins', obtuvieron un contenido (%) de humedad (9.75), proteínas (0.04), cenizas (0.07), azúcares totales (0.003), amilosa (31.4) y 68.6 de amilopectina por lo que éstos pueden generar geles más firmes y opacos.

Los almidones presentaron una morfología circular con características funcionales de ISA (1.43 g de gel / g de muestra), IIA (3.85%) y IPH (3.87%) a una temperatura de 60°C. La temperatura de gelificación fue de 68.67°C; por lo que presentan ser una nueva fuente no convencional para la extracción de este polímero con distintas aplicaciones en las industrias.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (2006). Official methods of analysis of the AOAC international , 18 th ed. W. Horowitz and G. W. Latimer Jr. Ed. Association of Analytical Chemists. Maryland (United States).
- Arzapalo-Quinto, D., Huamán-Cóndor, K., Quispe-Solano, M. & Espinoza-Silva, C. (2015). Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*chenopodium quinoa willd*) negra collana, pasankalla roja y blanca junín. *Rev Soc quím Perú*. 81(1). Pp. 44-54.
- Bello-Lara, J.E., Balois-Morales, R., Juárez-López, P., Alia-Tejacal, I., Peña-Valdivia, C.B., Jiménez-Zurita, J.O., Sumaya-Martínez, M.T. & Jiménez-Ruíz, E.I. (2016). Coatings based on starch and pectin from 'Pear' banana (*Musa* ABB), and chitosan applied to postharvest 'Ataulfo' mango fruit. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(3), 209-218.
- Bello-Pérez, L.A., & Agama-Acevedo, E. (2019). Banana and Mango Flours. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, 153–164.
- Betancur Ancona, D.A., Chel Guerrero, L.A., Camelo Matos, R.I. & Davila Ortiz, G. (2001). Physicochemical and functional characterization of baby lima bean (*Phaseolus lunatus*) starch. *Starch/Starke* 53(5): 219-226.
- Betancur-Ancona, D., Gallegos-Tintoré, S. & Chel-Guerrero, L. (2004). Wet-fractionation of *Phaseolus lunatus* seeds: partial characterization of starch and protein. *Journal of the Science and Food Agriculture*, v. 84, n. 10, pp. 1193-1201.
- Casarrubias-Castillo, M.G., Méndez-Montealvo, G., Rodríguez-Ambriz, S.L., Sánchez-Rivera, M.M. & Bello-Pérez, L.A. (2012). Diferencias estructurales y reológicas entre almidones de frutas y cereales. *Agrociencia* 46: 455-466.
- Chiumarelli, M., Cristhiane C.F., Sarantópoulos C. & Hubinger M.D. (2011). 'Tommy Atkins' Mango Pre-treated with Citric Acid and Coated with Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Starch or Sodium Alginate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 12 (3) 381-387.
- Craig S., Maningat, C., Seib, P. & Hosney, P. (1989). Starch paste clarity. *Cereal Chem.* 66(3):173-182.
- FAO (2007). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Elaboración de la yuca. Roma. Capítulo 7, 49-57 pp.
- Fernández, E. (1998). Aprovechamiento integral del mango (*Mangifera indica* L.). Utilización de la semilla como fuente de almidón. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Biología. Caracas. 120 pp.
- Flores-Gorosquera, E., García-Suárez, F.J., Flores-Huicochea, E., Nuñez-Santiago, C., González-Soto, R.A. & Bello-Pérez, L.A. (2004). Rendimiento de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*) estudio en planta piloto. *Acta científica venezolana*. 55(1): 86-90.
- Grace, M.R. (1977). Elaboración de la yuca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. 61-91 pp.
- Guerra-DellaValle, D., Bello-Pérez, L.A., González-Soto, R.A., Solorza-Feria, J. & Arámbula-Villa, G. (2008). Effect of reaction time on the acetylation of plantain starch. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 7, No. 3, 283-291.
- Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J.G., Chel-Guerrero, L. & Betancur-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Food Sci. Technol.* 28, 718–726.
- ISO (1987). International Organization for Standardization: Determination de la teneur en amylose. ISO 6647. International Organization for Standardization. Suiza.
- Medina, C., Paredes, A., Rodriguez, Maria E., Moreno, M., Camacho-Douglas B., Garcia, D. & Ojeda, C. (2010). Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango. Laboratorio de Biomoléculas, Ingeniería de alimentos, UNE "Simón Rodríguez" Canoabo, estado Carabobo, Venezuela. *Bioagro* 22(1): 67-74.
- Ohtani, T., Yhoshino, T., Hagiwara, S., & Maekawa, T. (2000). High-resolution Imaging of Starch Granule Structure using Atomic Force Microscopy, *Starch/Stärke*: 52(5), 150-153.
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., Owen, S.C., Association, A.P. & Library, R. (2003). Handbook of pharmaceutical excipients: Pharmaceutical press London; 725.
- Singh, Z., Singh, R., Sane, V. & Nath, P. (2013). Mango - Postharvest Biology and Biotechnology. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32(4), 217-236.
- Solís-Espinoza, V. (2008). Estudios estructurales de almidón de fuentes no convencionales: Mango (*Magnifera indica* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.). Tesis de maestría. México. 100 p.

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

- Whitam, F.H., Blaydes, D.F. & Devlin, R.M. (1971). Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Company. New York, USA. 245 pp.
- Zamudio-Flores, P.B., Vargas-Torres, A., Gutiérrez-Meraz, F. & Bello-Pérez, L.A. (2011). Caracterización fisicoquímica de almidones doblemente modificados de plátano. *Agrociencia* 44: 283-295.