

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO VERDE

Gwendolyne Hernández-Rodríguez *¹, Marta Álvarez-González ¹ Juan A. González¹, Anier Campo-Muiño¹

¹*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, CP 17100, Cuba.*

E-mail: wendy@iia.edu.cu

Recibido: 02-06-2024 / Revisado: 05-07-2024 / Aceptado: 21-08-2024 / Publicado: 30-12-2024

RESUMEN

Se utilizó plátano burro CEMSA el cual se lavó, seleccionó el fruto, se sumergió en agua, se rebanó, se secó a 50 °C por 8 h y se molturó en molino de martillo. Para la caracterización de la harina se determinó la humedad, tamaño de partículas, densidad aparente, ángulo de reposo, capacidad de absorción de agua y de aceite. Se evaluó su calidad sensorial mediante un análisis descriptivo cualitativo. La harina presentó 6,53 % de humedad, 40,17 % de partículas con un diámetro menor de 0,1 mm, temperatura de gelatinización de 76 °C, densidad aparente de 0,67 g/ml, 53° de ángulo de reposo, capacidad de absorción de agua y absorción de aceite, de 2,31 g de agua/g

y 1,08 g de aceite/g respectivamente. Sensorialmente la harina tuvo una coloración crema claro, olor y sabor muy ligero a plátano y se calificó como buena.

Palabras clave: harina, harina de plátano, caracterización

ABSTRACT

Obtaining and characterization of green banana flour.

Banana of the CEMSA burro was used, which was washed, the fruit was selected, immersed in water, sliced, dried at 50 °C for 8 h and ground in a hammer mill. To characterize the flour, moisture, particle size, apparent density, angle of

repose, water and oil absorption capacity were determined. Its sensory quality was evaluated through a qualitative descriptive analysis. The flour presented 6,53 % humidity, 40,17 % particles with a diameter less than 0.1 mm, gelatinization temperature of 76 °C, apparent density of 0,67 g/ml, 530 angle of repose, capacity of water absorption and oil absorption, of 2,31 g of water/g and 1,08 g of oil/g respectively. Sensorily, the flour had a light cream color, a very light banana smell and flavor, and was rated as good.

Key words: flour, banana flour, characterization

INTRODUCCIÓN

El plátano es una fruta con arraigado hábito de consumo y diversidad de usos en Cuba. Es rico en vitaminas A, B, C y E, hidratos de carbono, sales minerales, compuestos fenólicos que previenen la liberación de radicales libres y el desarrollo de enfermedades degenerativas (1).

La mayor dificultad en el procesamiento del plátano para la obtención de harinas es su rápido oscurecimiento al exponerse al oxígeno una vez pelado y picado el fruto, lo que se debe a las reacciones de pardeamiento de tipo enzimático, por lo que se ha acudido al empleo de diferentes técnicas como el tratamiento químico e inmersión (2,3,4) para reducir el efecto de estas reacciones y obtener la harina con la mejor calidad posible.

La obtención de harinas a partir de materias primas de producción nacional como sustitutos parciales o totales de la harina de trigo forma parte de las temáticas de trabajo actuales. Al ser la harina de plátano una materia prima de origen totalmente diferente a la harina de trigo es necesaria su caracterización y evaluación de sus propiedades funcionales. Entre las más importantes se encuentran la solubilidad, hinchamiento, absorción y capacidad de retención de agua y comportamiento reológico de sus pastas y geles (5). El conocimiento de las propiedades funcionales permite la toma

de decisiones relativa a las condiciones de procesado más adecuadas para el desarrollo de nuevos productos, de aquí la importancia de su determinar aquellas que fuera posible realizar.

El objetivo del trabajo fue obtener harina a partir de plátano verde y realizar su caracterización fisicoquímica y sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como materia prima plátano burro CEMSA en estado verde de grado 1 de la escala de maduración (6). El procesamiento del plátano fue realizado en la Planta Piloto de Vegetales del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Se tomó como referencia trabajos informados por otros autores para la obtención de harina de plátano (4,5,6). Se hicieron pruebas de observación con tratamiento químico del plátano para evitar el pardeamiento y sin tratamiento químico con un remojo, pero haciendo un tratamiento de lasqueado y secado a continuación, sin demorar el proceso, que fue finalmente el método seleccionado para el estudio.

A la harina se le realizaron determinaciones del contenido de humedad (7). El tamaño de partículas se llevó a cabo mediante tamizado durante 5 min de porciones de 100 g en un equipo VEB MLW vertical, de movimiento vibratorio constante (Labortechnik Ilmenau, GDR), provisto de cinco tamices con aberturas de malla (0,5, 0,4, 0,315, 0,2, y 0,1 mm) y un fondo colector (8).

Para determinar la temperatura de gelatinización de la harina se pesaron 10 g y se mezcló con agua destilada hasta alcanzar un volumen de la mezcla de 100 mL. Posteriormente se calentó agua a 85 °C en un vaso de precipitado de 250 mL, se tomaron 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL y se introdujo el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C. La suspensión se agitó constantemente hasta que se formó una pasta y la temperatura permaneció

estable por unos segundos, en ese momento se leyó la temperatura de gelatinización (9).

En el caso de la determinación del ángulo de reposo de las harinas se tomaron 100 g de harina y se vertieron en un embudo de vidrio con vástago de 2,9 cm de diámetro a una altura de 10 cm sobre una superficie plana y se determinó el ángulo de reposo entre el cono formado entre la harina y la superficie, según la fórmula (10):

$$\alpha = \tan^{-1}(2(h)/\emptyset)$$

Donde:

α : ángulo de reposo

\tan^{-1} : tangente inversa

h: altura del cono

\emptyset : diámetro del cono

Para evaluar la densidad aparente de la harina en una probeta de 50 mL se añadieron 10 gramos harina y se colocaron por 3 minutos en el vibrador del tamizador VEB MLW vertical, después de este tiempo se leyó el volumen ocupado de la muestra en la probeta (11). Se calculó su valor mediante la ecuación:

$$Da = \text{masa} / \text{volumen}$$

Donde:

Da: Densidad aparente

masa: 10 gramos

volumen (ml): El leído en la probeta después de puesta la probeta en el vibrador

Para determinar la capacidad de absorción de agua (CAA) se pesó 1 g de harina en un tubo de ensayo, se le añadieron 10 mL de agua destilada y se mezcló por 2 min. Esta mezcla se dejó en reposo durante 30 min y después se centrifugó a 3500 rev/min durante 30 min. Se decantó el sobrenadante, se invirtió el tubo en un ángulo de 45° y se dejó drenar por 30 min. Al cabo de este tiempo se pesó de nuevo y la diferencia respecto al peso inicial de harina representó la cantidad de agua absorbida/ g de harina (12).

Para determinar la capacidad de absorción de aceite (CAAc) se pesó 1 g de harina y se le adicionaron 10 mL de aceite refinado de soya, mezclándolos durante 1 min. Se dejó reposar la mezcla durante 30 min y cada 5 min se agitó por 30 seg. Transcurridos los 30 min se centrifugó a 3500 rev/min durante 30 min. Se decantó el aceite libre, se invirtió el tubo en un ángulo de 45° y se dejó drenar durante 30 min. Se calculó la cantidad de aceite absorbido por diferencia de peso y se expresó el resultado como gramos de aceite absorbido/gramo de harina (12).

La evaluación sensorial de la harina fue realizada por un grupo de cinco catadores aplicando el análisis descriptivo cualitativo (13). Las características descritas fueron: apariencia, olor y sabor y se emitió un dictamen de calidad global.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proceso de obtención de la harina: Se procedió a la separación de los plátanos de los racimos y su inspección visual para la selección de los no defectuosos. Se lavaron para eliminar la suciedad y materias extrañas, se pelaron de forma manual y se sumergieron en agua temperatura ambiente para reducir las afectaciones de tipo enzimático por cambio de color después del pelado al entrar en contacto con el oxígeno (4). Posteriormente, en una máquina cortadora con cuchilla de 2,0 mm de espesor se picaron los plátanos en rodajas para incrementar el área de transferencia de calor y favorecer la velocidad de deshidratación (3). Se secaron en un secador de bandejas, a una temperatura de aire de entrada de 50 °C durante 8 h hasta alcanzar una humedad de 6 a 8 %. Finalmente, las rodajas secas se molieron en un molino de martillo y se envasó la harina obtenida en bolsas de polipropileno para su posterior caracterización.

La harina de plátano presentó un contenido de humedad de 6,53 %, dentro del rango de 3,9 a 7,45 % planteado por otros autores (14,7) para harinas de diferentes variedades. En la

Tabla 1 se muestra la distribución de tamaños de partícula obtenidos para la harina de plátano estudiada. Se aprecia que el mayor porcentaje corresponde a partículas con un diámetro menor de 0,1 mm. Esta distribución proporciona información acerca del comportamiento de flujo y durante la manipulación a granel de la harina, así como de su capacidad (velocidad) y uniformidad de absorción de agua. La granulometría es un parámetro de calidad de las harinas (15) y afectará, por lo tanto, al comportamiento de las formulaciones que se desarrollen a partir de esta harina y a la uniformidad de la masa del producto final en que se utilice (16).

Tabla. 1. Distribución del tamaño de partícula de la harina de plátano

Tamiz (mm)	% Retenido
0,5	2,26
0,4	6,22
0,315	10,30
0,2	16,24
0,16	11,70
0,10	13,11
Fondo	40,17

La gelatinización del almidón presente en las muestras de harina de plátano estuvo entre un 74 °C y 78 °C. No existe homogeneidad en la literatura revisada sobre la temperatura de gelatinización, otros autores (17) han informado que la temperatura de gelatinización obtenida con la técnica de DSC (calorimetría diferencial de barrido) para la harina de plátano es de 77 – 94 °C. Mientras, otros reportaron valores de 73,9 a 86,2 °C (4) y de 69 – 81°C (18). Estas variaciones en las temperaturas de gelatinización están influenciadas por las variedades estudiadas y los métodos de análisis empleados.

El ángulo de reposo es una medida empírica de la fluidez relativa de sólidos particulados y es significativamente influenciada por factores como: el contenido de humedad, tamaño de partículas, tiempo de almacenamiento, entre otros, y es importante para la calidad de consumo de productos que son necesarios preparar a partir de mezclas de polvos que se vierten sobre un líquido y también, para determinar el diseño

de la tolva para el flujo por gravedad, puesto que el ángulo de inclinación de las paredes de la tolva o silo debe ser mayor que el ángulo de reposo, para asegurar el flujo continuo del material (19).

Otros autores (20) sugieren que ángulos hasta 35° indican que el material puede fluir libremente, entre 35-45 ° el material es algo cohesivo, ángulos entre 45 y 55 ° señalan una gran cohesividad y ángulos mayores a 55 ° indican movilidad nula. La harina de plátano presentó un ángulo de reposo de 33 ° por lo que se considera como de flujo bueno, lo cual permite en caso de ser almacenadas en silos un vaciado sin acumulación de harina en las paredes. Partículas más grandes tienen menores ángulos de reposo ya que tienden a adherirse menos que las partículas pequeñas. Las partículas esféricas poseen menor ángulo de reposo que las no esféricas, por otra parte, la humedad aumenta la cohesividad del material, por lo tanto, el ángulo de reposo también aumenta (21).

El valor de densidad aparente encontrado para la harina de plátano fue de 0,67 g/ml comparable al de la harina de banano *Musa paradisiaca* de 0,71 g/mL (12). Esta característica permite evaluar la relación entre la masa y el volumen ocupado. En harinas, permite apreciar la calidad del proceso de molienda (tamaño de partícula) y la porosidad, es así que las harinas que exhiben una mayor densidad aparente mostrarán un menor volumen (22). En las harinas de plátano de rechazo los valores de densidad oscilan entre 0,73 g/mL a 0,83 g/mL.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de absorción de agua y de aceite determinadas en la harina de plátano y su comparación con la de trigo (23).

Tabla 2. Capacidad de absorción de agua y aceite de la harina de plátano

Propiedades	Harina de plátano	Harina de trigo
Capacidad de absorción de agua (g de agua/g de harina)	2,31	0,62
Capacidad de absorción de aceite (g de aceite/g de harina)	1,08	0,80

La capacidad de absorción de agua de una harina es una propiedad esencial en la elaboración de algunos productos alimenticios, como son las sopas, salsas, productos panaderos, etc., por su influencia sobre las cualidades sensoriales y rendimientos (24). En este caso la capacidad de absorción de agua de la harina de plátano (2,31 g de agua /g de harina) fue superior a la de trigo. La capacidad de absorción de agua de la harina puede llegar hasta 13 veces su peso seco original (17), lo que se acentúa con el aumento de la temperatura. En la harina de plátano con cáscara se han encontrado valores 1,56 g de agua/g harina (25).

Por otra parte, la capacidad de absorción de aceite es importante en la tecnología de alimentos de productos precocidos listos para freír y galletas (26). Brinda información acerca de la interacción entre los lípidos y los aminoácidos presentes en la harina, lo cual determinará la sensación en boca y retención de sabor del producto. El resultado conseguido en el presente trabajo de 1,08 g de aceite/g de muestra fue superior al de harina de plátano con cáscara (0,792 g aceite/g) reportado en la literatura (25).

La harina de plátano fue descrita desde el punto de vista sensorial como: un polvo fino de color crema claro, con olor y sabor muy ligero a la fruta (plátano), sin olores y sabores extraños. Su calidad sensorial global fue evaluada de buena, lo que facilita su inclusión en una amplia gama de alimentos.

CONCLUSIONES

Se obtuvo la harina de plátano verde sin tratamiento químico, con remojo en agua, lasqueado a 2 mm, secado a 50 °C por 8 h y molturado en molino de martillo.

La harina de plátano presentó 6,53 % de humedad, 76 °C de temperatura de gelatinización y una densidad aparente de 0,67 g/mL. Su capacidad de absorción de agua y absorción de aceite fue de 2,31 g de agua/g de harina y 1,08 g de aceite/g de harina respectivamente. Su calidad sensorial global fue evaluada de buena.

REFERENCIAS

1. Jiménez D, Rojas JF. Revisión de usos y beneficios de la harina de plátano en alimentos, base para el fortalecimiento de la cadena productiva del Putumayo. *Rev. ion.* 2024;37(1):35-48. Disponible en <https://doi.org/10.18273/revion.v37n1-2024003>.
2. Pailumpa N, Masubon T, Onanong N. Compositions, morphological and thermal properties of green banana flour and starch. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 2007; 41: 324 – 30.
3. Jackson JC, Bourne MC, Uebersax MA. Quality changes during blanching of green bananas. *IFT annual meeting: book of abstracts*, 1996, p. 89 ISSN 1082-1236.
4. Piel D. Comportamiento de la banana verde FHIA 18 en la tecnología de la obtención de la harina de plátano (Tesis de maestría). La Habana: Instituto Superior Tecnológico “José Antonio Echeverría” (CUJAE); 2009.
5. Agilar VP, Villalobos, HD. Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: Propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha* 2013; 38 (6): 37-45.

6. Von Loesseecke HW. Chemical changes during ripening. En *Banana*, Ed. Interscience Publishers Inc. New York; 1950. pp 67 – 118.
7. NC ISO 712. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina. Cuba; 2022.
8. Bedolla S, Rooney LW. Characteristics of U.S. and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *CFW* 1984; 29:732-35.
9. Ortega J, Echeverria I. Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (*Musa Acuminata* AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables (Tesis de maestría). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2016.
10. Bugaud C, Chillet M, Beauté M, Dubois C. Physicochemical analysis of mountain bananas from the French West Indies. *Scientia Horticulturae*. 2006; 108:167-72.
11. Chau CF, Huang YL, Lee MH. In vitro hypoglycemic effects of different insoluble fiber-rich fractions prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. cv. Liucheng. *J Agric Food Chem* 2003; 51 (22):6623- 26.
12. García Y, Cabrera D, Ballestas J, Campo M. Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades funcionales de la harina de fríjol blanco (*Phaseolus lunatus* L.) y la determinación de su potencial uso agroalimentario. *INGE CUC*. 2019; (2):132-42. Disponible en <https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.2.2019.13> Acceso 20 noviembre 2024.
13. Duarte C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. *Cien Tecnol Alim* 2023; 23 (2), 12-17. Disponible en <https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/510>. Acceso 20 mayo 2024.
14. Da Mota R, Lajolo F, Ciacco C, Cordenunsi B. Composition and Functional Properties of Banana Flour from Different Varieties. En: *Starch/Stärke*. 2000; 52 (2-3):63–8.
15. Chandra S, Singh S, Kumari D. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *J Food Sci Technol* 2015; 52 (6):3681-88.
16. Bressi GB. Aspectos tecnológicos y nutricionales de pasta sin gluten a base de harina de garbanzo y harina de chufa. (Tesis de maestría). España: Universidad Politécnica de Valencia; 2017.
17. González OJ, Pacheco de Delahaye E. Propiedades físicas y reológicas de la harina de banana verde (*Musa* AAA) en la elaboración de geles de piña (*Ananas comosus* L. Merr.). *Rev Fac Agron* 2006; 32: 27 -40.
18. Bello LA, Agama A, Sayago SG, Moreno E, Figueroa JD. Some structural physicochemical and functional studies of banana starches isolated from two varieties growing in Guerrero. *Mexico Stach/stärke* 2000; 52: 68 -73.
19. Cerezal M, Urtuvia V, Ramírez V, Quintanilla R, Zavala R. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutr Hosp*. 2011; 26 (1):161-69. Disponible en https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/originales_12.pdf. Acceso 20 noviembre 2024.
20. Barbosa GV, Ortega E, Juliano P, Yan H. *Food Powders. Physical Properties, Processing, and Functionality*, Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York; 2005.
21. Shittu TA, Lawal MO. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. *Food Chem* 2007; 100: 91-8.

22. Dzudie T, Hardy J. Physicochemical and functional properties of flours prepared from common beans and green mung beans. *J Agric Food Chem* 1996; 44: 3029-32.
23. Venegas O, Pérez D, Ochoa M. Propiedades funcionales de la harina de avena. *Cienc Tecnol Aliment* 2009; 19 (2):33-41.
24. Chang PR, Sosulski FW. Functional properties of dry milled fractions from wild oats *avena fatua* *J Food Sci* 1985; 50 (4): 1143-47.
25. Araya Y, Morales A, Vargas P. Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto de grasa para geles cárnicos. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. INNOTEC* 2014; 9 (50 - 60) ISSN 1688-3691 Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166714007.pdf>. Acceso 20 noviembre 2024.
26. Ramírez A, Pacheco de Delahaye E. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia* 2009; 34 (4): 293-98.