

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL ALMIDÓN DE BANANO EXPORTABLE DEL ECUADOR

Omar Martínez Mora^{1*}, *Luis Miguel Hernández Luna*² y *Esther Ramírez Moreno*³.

¹*Universidad Técnica de Machala - El Oro - Ecuador. E-mail: eom13@hotmail.com*

²*Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana, CP 13600, Cuba.*

³*Área académica de Nutrición, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, México, CP 42000*

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la determinación de las características físico-químicas y nutricionales del almidón de banano de las variedades Cavendish, Filipino, Valery y Orito. Se determinó tamaño y forma del gránulo de almidón, composición bromatológica, amilosa aparente y amilopectina, almidón resistente y disponible. El almidón de banano de las variedades estudiadas puede ser incorporado en la elaboración de alimentos que demanden características funcionales, principalmente por su alto contenido en fracción resistente.

Palabras clave: banano, evaluación físico-química, almidón resistente, almidón digestible.

ABSTRACT

Physical-chemistry and nutritional evaluation of the starch from exportable banana grown in Ecuador

This study had as objective the determination of the physico-chemical and nutritional characteristics of the banana starch of the varieties Cavendish, Filipino, Valery and Orito. Size and shape of the starch granule, chemical composition, apparent amylose and amylopectin and resistant starch were determined. The starch of the studied varieties banana can be incorporated into processed food that demanding functional characteristics, mainly due to its high content of resistant fraction.

Keywords: banana, physical and chemical measurement, resistant starch, digestible starch.

INTRODUCCIÓN

La necesidad del aprovechamiento integral de los recursos existentes en cada región conduce al estudio exhaustivo de los mismos, como es el caso particular del banano (*Musa sapientum*). Ecuador es uno de los mayores productores y exportadores de banano a nivel mundial (1) pero no toda la fruta es exportada, quedando aquella que no cumple con los estándares de calidad (longitud y diámetro), la que bien puede ser sujeto de transformación. Trabajos de investigación han reportado que el banano tiene un elevado potencial de utilización, debido a su alto contenido de almidón y aceptables niveles de proteína y fibra (2,3). Estructuralmente, el almidón está constituido de dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de

**Omar Martínez Mora. Ingeniero en Industrias Agropecuarias, Magister en Procesamiento de Alimentos y estudiante del Doctorado en Ciencias de los Alimentos de la Universidad de La Habana. Miembro del Centro de Investigaciones y profesor principal de las cátedras de Industrialización cárnica y conservación de los alimentos de la Universidad Técnica de Machala - Ecuador.*

unidades de glucosa unidas por enlaces α [1-4], en el cual algunos enlaces α [1-6] pueden estar presentes. Esta molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal que es capaz de desarrollar un color azul por la formación de un complejo con el yodo (4); mientras que la amilopectina es un polímero ramificado de unidades de glucosa unidas en 94 a 96 % por enlaces α [1-4] y en 4 a 6 % con uniones α [1-6]. Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15 a 25 unidades de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente y en presencia de yodo produce un color rojizo violeta (5). Desde el aspecto nutricional, el almidón se divide en dos fracciones, almidón digestible (AD) y almidón resistente (AR), este último de mayor interés por ser considerado como análogo de fibra (6). El AR se puede definir como la cantidad total de almidón y de sus productos de degradación, resistentes a la digestión en el intestino delgado de individuos sanos (7). El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características físico-químicas y nutricional del almidón de banano (*Musa sapientum*) exportable del Ecuador y su potencial incorporación en la elaboración de alimentos que demanden características funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El almidón se obtuvo del banano inmaduro de las variedades Filipino, Valery, Cavendish y Orito, los cuales fueron proporcionados por el programa bananero de la Universidad Técnica de Machala, El Oro (Ecuador). El método de obtención de almidón (3) consistió en pesar lotes entre 100 y 150 kg del fruto y se separó la cáscara, se cortaron rodajas de 1 cm, después el fruto se colocó dentro de un contenedor con ácido cítrico al 0,3 %. Se realizó una molienda en húmedo, se cribó sucesivamente en mallas de: 0,841; 0,420; 0,149 y 0,074 mm. En cada malla, el residuo se lavó hasta que el líquido de salida no tuviera residuo aparente de almidón. La suspensión obtenida se separó por precipitación del almidón, luego de decantado, se secó por medio de una estufa entre 48 y 50 °C por 48 h.

Para evaluar la forma microscópica del gránulo de almidón se utilizó un microscopio electrónico de barrido de alto vacío, con alcance de 300 000 magnificaciones, resolución de 30 Kv, equipo con un detector de energía dispersiva de rayos X.

La caracterización química se hizo de acuerdo a los métodos oficiales descritos por la AOAC: humedad (método 925.09), cenizas (método 923.03), proteínas (método 954.01), grasa cruda (método 920.39), carbohidratos totales por diferencia del 100 % como extracto libre de nitrógeno, contenido de amilosa aparente por un método colorimétrico (8), contenido de amilopectina por diferencia al 100 % del contenido de amilosa. La cuantificación del almidón resistente se hizo por medición de la fracción no hidrolizada, con un ataque de pepsina, simulando condiciones estomacales y luego sometiendo esta fracción, al ataque de la amilasa pancreática (9); almidón digestible, a través de un ataque amilolítico (10) y almidón total como la suma del almidón digestible y resistente.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó a través de SPSS versión 19 (SPSS Institute Inc. Cary NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los gránulos de almidón de las diferentes variedades de banano presentaron una superficie lisa, de forma ovoide y en algunos casos redondos (Fig. 1). El tamaño de los almidones de AF, AV y AC fueron en promedio 28 μ m y para el AO, de 35 μ m aproximadamente (Tabla 1).

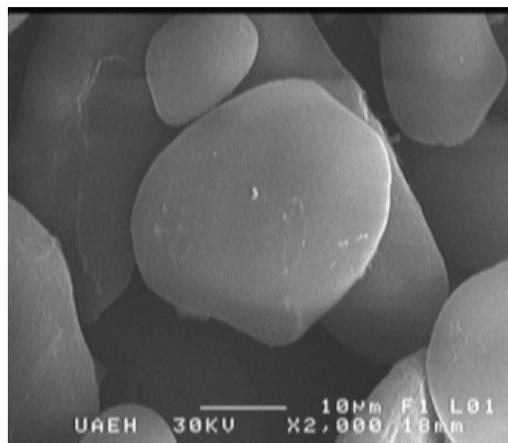


Fig. 1. Aspecto de los gránulos de almidón de banano inmaduro a 2000 aproximaciones.

Tabla 1. Tamaño y forma de los gránulos de almidón de banano

Muestra	Tamaño (μm)*	Forma
AF	25,1 ^a (1,8)	Oval - esférico
AV	30,2 ^a (2,4)	Oval - esférico
AC	25,1 ^a (0,7)	Oval - esférico
AO	35,1 ^b (3,0)	Oval - esférico

AF almidón filipino; AV almidón de Valery; AC almidón de Cavendish; AO almidón de Orito. * μm micrómetros x 2000 aproximaciones.

Valores medios de cuatro réplicas y su desviación típica. Valores con letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tabla 2. Composición química proximal del almidón de banano (base seca)

Muestra	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	Almidón total (%)
AF	10,2 ^a (0,8)	0,71 ^a (0,05)	0,93 ^a (0,09)	0,62 ^a (0,04)	87,6 ^a (0,7)
AV	9,8 ^a (0,6)	0,31 ^b (0,02)	0,82 ^a (0,09)	0,45 ^b (0,04)	88,6 ^a (0,5)
AC	9,3 ^a (0,9)	0,44 ^c (0,03)	0,86 ^a (0,07)	0,63 ^a (0,01)	88,8 ^a (0,2)
AO	10,3 ^a (1,1)	0,42 ^c (0,04)	0,90 ^b (0,19)	0,42 ^b (0,07)	87,9 ^a (0,6)

AF almidón filipino; AV almidón de Valery; AC almidón de Cavendish; AO almidón de Orito.

Valores medios de cuatro réplicas y su desviación típica. Valores con letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tabla 3. Contenido de amilosa aparente y amilopectina del almidón de banano

Muestra	Amilosa aparente (%)	Amilopectina (%)
AF	15,6 ^a (0,3)	84,4 ^a (4,2)
AV	14,8 ^a (0,8)	85,2 ^a (6,1)
AC	15,3 ^a (1,5)	84,7 ^a (2,8)
AO	10,2 ^b (0,7)	89,8 ^b (3,1)

AF Almidón Filipino; AV Almidón de Valery; AC Almidón de Cavendish; AO Almidón de Orito. Valores medios de cuatro réplicas y su desviación típica. Valores con letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

La Tabla 2 muestra que el almidón de todas las variedades de banano, no tuvo diferencia significativa en su contenido de humedad. En grasa, el AC y AO no presentaron diferencia 0,4 %; en cambio, el AF 0,7 % y AV 0,31 % si presentaron diferencia significativa. En el nivel proteínico, solo el AO 1,22 % mantuvo diferencia, los demás almidones presentaron valores similares a 0,87 %. El porcentaje de cenizas estuvo repartido en dos grupos, los que contenían un promedio de 0,62 % AF y AC y los que mantuvieron un promedio de 0,40 % AV y AO. La cantidad de almidón total, en las diferentes variedades de banano inmaduro, no tuvo diferencia significativa (87,9 %), tampoco hubo diferencia significativa en el contenido de amilosa aparente (Tabla 3) de la muestras AF, AV y AC, con promedio de 15,25 %; solo AO tuvo valores cercanos a 10,22 % y en amilopectina, alrededor de 84,7 % y únicamente AO presentó un valor promedio de 89,8 %. Los resultados anteriores concordaron con trabajos reportados anteriormente (1), pero así también difieren con otros autores (11, 12) y en el contenido de amilosa aparente, investigaciones anteriores (13) presentaron valores de 36,39 % y del presente trabajo entre 10 y 15 %

(Tabla 3). Esto se debe a la diferencia entre *M. paradisiaca* y *M. sapientum*, este último, estudiado en la presente investigación.

Tabla 4. Contenido de almidón resistente (AR) y digestible (AD)

Muestra	AR (%)	AD (%)
AF	56,8 ^a (1,8)	43,2 ^a (3,1)
AV	49,3 ^b (2,0)	50,7 ^b (4,3)
AC	52,8 ^b (2,6)	47,2 ^b (3,3)
AO	58,6 ^a (3,9)	41,4 ^a (3,6)

AF Almidón Filipino; AV Almidón de Valery; AC Almidón de Cavendish; AO Almidón de Orito. Valores medios de cuatro réplicas y su desviación típica. Valores con letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

La Tabla 4 muestra que para las diferentes variedades de banano, el contenido de almidón resistente y digestible estuvo en el rango de 49 a 58,5 % y de 41 a 50 %, respectivamente. Estos valores concuerdan (14) y difieren con otros autores (15, 16). La diferencia, a favor del presente trabajo, se debe a que las otras investigaciones no detallan la temporada de cosecha, época seca o lluviosa, terraza climática del cultivo, entre otros factores, en nuestro caso se cosechó en temporada seca, a 4 msnm, una humedad relativa de 90 % y temperatura promedio de 28 °C.

CONCLUSIONES

Los gránulos de almidón de banano inmaduro de las variedades de exportación del Ecuador: Filipino, Valery, Cavendish y Orito, presentaron una misma forma oval esférico, con tamaño similar, a excepción del almidón de la variedad Orito, el que presentó mayor tamaño. El contenido en humedad del almidón, de las diferentes variedades, no presentó diferencia significativa. El contenido de grasa en las muestras de la variedad Cavendish y Orito, estadísticamente no tuvieron dife-

rencia significativa, pero si con las muestras del Valery y Filipino; en el contenido de proteína, solo el almidón de Orito tuvo diferencia significativa; en lo que concierne al contenido de cenizas, éste presenta variación entre las variedades de banano. El contenido de almidón total, en todas la muestras, no presentó diferencia significativa; en el porcentaje de amilosa y amilopectina, únicamente el almidón de Orito presentó diferencia. El almidón resistente, análogo de la fibra, útil en la nutrición humana, presenta valores importantes en la muestras de las diferentes variedades de banano, alrededor de 54 %. Según los resultados, el almidón de banano de las variedades estudiadas, puede ser incorporado en la elaboración de alimentos que demanden características funcionales, principalmente por su alto contenido en fracción resistente.

REFERENCIAS

1. BCE, Estadísticas de comercio exterior (en línea). Consultado 22 Mayo 2013 en www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/comercioexterior.jsp.
2. Zamudio, B.; Vargas, A.; Gutiérrez, F. y Bello, L. *Agrociencia* 44: 3, 2010.
3. Flores, E.; García, J.; Flores, E.; Núñez, M.; González, R. y Bello, L. *Acta científica Venezolana* 55: 1, 2004.
4. Knutzon, C.A. y Grove, M.J. *Cereal Chem.* 71(5):469 - 470, 1994.
5. Guan, J.; Hanna, A.M. 2004. Extruding foams from corn starch acetate and native corn starch. *Biomacromolecules*, 5: 2329 - 2339.
6. Delcour, J.A. y Eerlinger R.C. *Cereal Foods World* 41: 85-86, 1996.
7. Escarpa A. y González M. *Food Sci. Technol. Int.* 3: 149-160, 1997.
8. Morrison, W. y Laignelet, B. *Cereal Sci.* 1: 19-35, 1983.
9. Goñi I., García-Diz L. Muñoz E. y Saura-Calixto F. *Food Chem.* 56: 445-449, 1997.
10. Holm J., Bjorck I., Drews A. y Asp, N.-G. *Starch* 38: 224-226, 1986.
11. Da Mota, R.V., Lajolo F.M., Ciacco C. y Cordenunsi B.R. (2000). Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch.* 52: 63-68.
12. Cruz, K. Modelado del proceso de hidrólisis enzimática de almidones gelatinizados del fruto de la planta de banano (Tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia, 25 p., 2012
13. Rivas, M. 2008. Caracterización morfológica, molecular y fisicoquímica del almidón de plátano oxidado y lintnerizado. *Agrociencia* 5: 42, 2008.
14. Tribess, T. *LWT - Food Sci. Technol.* 42: 1022-1025, 2009.
15. Ovando, M. *Food Chem.* 113: 121-126, 2009.
16. Barry, V.J. *AOAC Int.* 85: 667- 672, 2002.