Saber, Universidad de Oriente, Venezuela.Vol. 26 Nº 2: 182-187. (2014)
ISSN: 2343-6468 Digital / ISSN: 1315-0162 Impreso/ Depósito Legal pp 198702SU187

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FUNCIONALES DEL ALMIDÓN NATIVO DE ÑAME CONGO (*Dioscorea bulbifera* L.) PARA PREDECIR SUS POSIBLES USOS TECNOLÓGICOS

EVALUATION OF CHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF NATIVE STARCH OF CONGO YAM (*Dioscorea bulbifera* L.) TO PREDICT ITS POSSIBLE TECHNOLOGICAL USES

Ninoska Meaño Correa[1], Ana Teresa Ciarfella Pérez.[2], Ana Marina Dorta Villegas[1]

Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, [1]Unidad de Estudios Básicos, Departamento de Ciencias, [2]Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Química, Laboratorio de Ciencia de los Alimentos, Barcelona, Venezuela. E-mail: ninoska.meano@gmail.com

RESUMEN

En Venezuela, los almidones de uso más frecuente son los provenientes del maíz, papa, yuca y arroz. No obstante, existen fuentes alternativas de producción y consumo local cuyo potencial puede ser explotado, lo que permitiría aumentar el valor agregado de los rubros agrícolas locales. Con este propósito, se planteó evaluar las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo con el fin de predecir sus posibles usos. Para ello, se recolectaron bulbilos en la población de Santa Ana del estado Anzoátegui, Venezuela, y se les extrajo el almidón para determinar su rendimiento, pureza, composición química, contenido de amilosa, claridad del gel, potencial de hinchamiento y solubilidad. El rendimiento en almidón, fue de 7,44%. Se obtuvo una pureza de 99,29%. La composición química (con base seca) fue de 11,29% de humedad, 0,29% de proteínas, 0,21% de grasa, 0,21% de cenizas y 0,0047% de fosforo. El contenido promedio de amilosa y amilopectina fue 30,63 y 69,37%, respectivamente. En cuanto a sus propiedades funcionales, el almidón presentó un poder de hinchamiento con un máximo de 49,05 g gel/g de almidón a 95ºC, formación de geles claros, con un porcentaje de tramitancia de 91% y con una solubilidad que incrementa a medida que asciende la temperatura. Estos resultados indican que el ñame congo representa una fuente de obtención de almidón con propiedades ventajosas, un alto contenido de amilosa, un gel claro con alto poder de hinchamiento.

Palabras clave: Ñame, almidón, propiedades.

ABSTRACT

In Venezuela, the starches are mostly obtained from corn, potato, yuca and rice. Nonetheless, there are other sources for starch production and local consumption whose potential could be exploited, seeking alternatives to increase the added value to local agricultural products. Question arose about to evaluate chemical and functional properties of native starch from congo yam in order to predict its possible uses. With this purpose, bulbs of congo yam were collected in the town of Santa Ana of Anzoategui state, Venezuela, and starch was extracted from them for evaluating the yield, purity, chemical composition, amylose content, gel clarity, swelling power and solubility. The starch yield was 7.44%, and its purity was 99.29%. The chemical composition (on dry basis) was of 11.29% moisture, 0.29% protein, 0.21% fat, 0.21% ash and 0.0047% phosphorus. The average content of amylose and amylopectin was 30.63 and 69.37%, respectively. As to the functional properties of starchits swelling power had a maximum of 49.05 g gel/g of starch at 95°C, clear gel formation with a transmittance rate of 91 % and a solubility that increases as the temperature rises. These results indicate that the yam congo is a source of starch with advantageous properties, a high amylose content, a clear gel with high swelling power

Key words: Yam, starch, properties.

INTRODUCCIÓN

Las raíces, tubérculos y bulbilos de plantas tropicales son alimentos básicos en la dieta de los pobladores de América Latina, África y Asia. Estas plantas están bien adaptadas a las condiciones agroclimáticas tropicales, lo que permite su crecimiento en abundancia; sin embargo, la cosecha de la mayoría de ellos se realiza de manera artesanal, principalmente por pequeños y medianos agricultores (FAO 1991).

El componente principal de las raíces, tubérculos y bulbilos tropicales son los carbohidratos complejos en forma de almidón. El almidón constituye una parte importante en la dieta del hombre; es el segundo polisacárido más abundante después de la celulosa y es el primero en importancia desde el punto de vista comercial al utilizarse ampliamente en la industria alimentaria y farmacéutica (Sivack y Preiss 1998).

En Venezuela, los almidones más frecuentemente empleados son los provenientes del maíz, papa, yuca y arroz; pero existen fuentes de almidón de producción y consumo local cuyo potencial puede ser explotado, buscando alternativas que aumenten el valor agregado de los rubros agrícolas locales, tal es el caso de los tubérculos

Recibido: noviembre 2013. Aprobado: febrero 2014.
Versión final: mayo 2014.

y bulbilos de *Dioscorea* (ñame).

Los tubérculos y bulbilos de *Dioscorea* son ricos en carbohidratos, potasio y fósforo, por lo que contribuyen de manera importante a los requerimientos calóricos de la dieta del hombre (Joshi y Basnet 1999). Entre las variedades de *Dioscorea* que se utilizan como fuente de alimento destacan *D. rotundata* o ñame blanco, *D. cayenensis* o ñame amarillo, *D. dumetorum* o ñame trifoliado, *D. alata* o ñame de agua dulce, *D. esculenta* o ñame chino, *D. trífida* o mapuey y *D. bulbifera* o ñame congo (Hahn 1995).

Dioscorea bulbifera es conocida comúnmente con diversos nombres, tales como: ñame congo, ñame de mata, ñame criollo, ñame del aire, papa de aire, papa caribe, papa voladora, cará de aire, batata de rama, entre otros (Montaldo 1991). Es una planta trepadora originaria de África y Asia tropical, específicamente en la región del sur del Himalaya en la India. El cultivo de esta planta no exige tantos cuidados como el de papa o yuca (Vélez y Vélez 1990) y se caracteriza por desarrollar en las axilas de las hojas unos bulbilos (tubérculos aéreos) que pueden llegar a pesar hasta un kilogramo y cuando son sometidos a cocción toman un color amarillo parecido al apio (Langeland y Burks 1998).

En Venezuela, los bulbilos de *D. bulbifera* han sido subutilizados o poco explotados, a pesar de la existencia de estudios preliminares que han demostrado su posible uso como fuente no convencional de almidón (Rincón *et al*. 2000). Es por ello que esta investigación estuvo dirigida a caracterizar química y funcionalmente el almidón de *D. bulbifera*, generando información que permita ampliar el espectro de uso de este rubro, a fin de incrementar su valor agregado y su demanda en el mercado interno y externo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Los bulbilos de ñame congo fueron recolectados en la población de Santa Ana, municipio Santa Ana del estado Anzoátegui. Todos pertenecían a una misma planta. La planta tenía aproximadamente veinte meses de edad, fue cultivada sin ningún tipo de fertilizante y bajo un clima de sabana con temperaturas que oscilan entre 20 y 28ºC, altitud de 150 msnm y suelos arcillosos.

Extracción del almidón

Para extraer el almidón de la porción comestible se empleó la metodología descrita por Pérez *et al*. (1993), para ello se cortó la muestra en cubos pequeños y se licuaron en un equipo marca Oster, a velocidad máxima, por dos minutos, con agua destilada con una relación 1:2 (pulpa:agua). Luego se centrifugó y se eliminó la capa de polisacáridos no amiláceos. El licuado se tamizó con tela de muselina. La lechada se centrifugó a 6.000 rpm durante 15 minutos en una centrifuga marca Damon IEC Division. El almidón se colocó durante 24 horas en un deshidratador de bandejas con corriente de aire (marca Mitchel, modelo 645159), a 45ºC. Seguidamente se molió y tamizó a través de un tamiz de 60 *mesh*. Se calculó el rendimiento en almidón con la siguiente relación:

Rendimiento en almidón (%) = [masa del almidón (g)/ masa de la porción comestible] x 100

Análisis químicos y físicos del almidón

En el almidón nativo se determinó el contenido de humedad, nitrógeno, proteína (N x 6,25), ceniza, materia grasa, fibra cruda y fósforo por los métodos oficiales de la AOAC (1990). El contenido de amilosa se evaluó por el método colorimétrico de Juliano (1971) y el contenido de amilopectina se obtuvo por la diferencia de cien menos el contenido de amilosa. La determinación de la pureza del almidón con base seca, se realizó por diferencia, tomando en cuenta los otros componentes contenidos en el almidón (proteína, materia grasa, fibra cruda y ceniza).

Propiedades funcionales del almidón

Claridad de la pasta

La claridad de la pasta fue determinada mediante la metodología de Craig *et al*. (1989) utilizando un espectrofotómetro (marca Genesys, modelo 10 UV) a 650 nm contra un blanco de agua destilada.

Poder de hinchamiento e índice de solubilidad en agua del almidón

Estos parámetros fueron determinados según la metodología de Anderson (1982) en un rango de temperatura de 55ºC a 95ºC, mediante el siguiente procedimiento: se colocaron en tubos de centrifuga 0,2 g de almidón con 10 mL de agua. La mezcla se calentó a 55ºC durante 30 min, los tubos se sacaron del baño, se dejaron enfriar y se centrifugaron a 6.000 rpm durante 20 min. El sobrenadante se ubicó en cápsulas de aluminio previamente taradas que fueron sometidas a calentamiento hasta la completa sequedad. Se registró

la masa de los tubos de centrifuga con el sedimento y la masa de las cápsulas con el residuo seco. Este procedimiento se repitió con las temperaturas de 75, 85 y 95ºC. Para el cálculo del índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH) se realizaron los siguientes cálculos:

$$ISA = \frac{peso\ de\ solubles\ (g)}{peso\ de\ muestra\ (g)}\ x\ 100$$

$$PH(g) = \frac{peso\ de\ gel\ (g)}{peso\ de\ muestra\ (g) - peso\ de\ solubles\ (g)}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades químicas del almidón

En la Tabla 1 se muestra el rendimiento, pureza y la composición química (expresada con base seca) del almidón aislado del ñame congo. El rendimiento en almidón fue de 7,44%. La pureza obtenida fue de 99,29%, lo que indica una alta pureza, este parámetro es importante ya que las propiedades del almidón pueden verse afectadas por impurezas presentes. El contenido de humedad fue de 11,29%, valor aceptable dentro de la escala de Moorthy (2002). Este autor señala que el contenido de humedad de los almidones varía entre 6-16%; contenidos superiores pueden conducir a daño microbiano y subsecuente deterioro de la calidad. En cuanto a las proteínas y la materia grasa, los valores obtenidos fueron de 0,29% y 0,21%, respectivamente. Estos valores fueron similares a los reportados para esta especie por Araujo *et al*. (2004). La ceniza está compuesta principalmente por minerales como calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro y fósforo (Badui 2001). Se ha encontrado que las propiedades funcionales del almidón pueden verse afectadas más por el fósforo que por el resto de los componentes de la ceniza (Tester *et al*. 2004). De acuerdo a Riley *et al*. (2006) el fósforo afecta el comportamiento del almidón ya que genera repulsión iónica debilitando las fuerzas asociativas entre las moléculas e incrementando en consecuencia el poder de hinchamiento y la claridad de la pasta. En el caso del almidón de ñame congo el valor obtenido fue de 0,21% para ceniza y de 0,0047% de fósforo.

Tabla 1. Composición química del almidón de ñame congo.

Parámetros	Composición (g/100 g en bs)
Humedad	11,29 ± 0,08
Proteínas	0,29 ± 0,02
Grasa	0,21 ± 0,01
Ceniza	0,21 ± 0,01
Pureza (%)	99,29
Amilosa aparente (%)	30,63 ± 0,61
Amilopectina (%)	69,37 ± 0,61
Amilosa/Amilopectina	0,44 ± 0,01
Fósforo (%)	0,0047

Los valores están expresados como la media ± la desviación estándar.

El contenido de amilosa afecta las propiedades de gelatinización y retrogradación, el poder de hinchamiento y la susceptibilidad enzimática de los almidones, de allí la importancia de su cuantificación en el procesamiento de alimentos y su calidad. El contenido promedio de amilosa y amilopectina obtenido para el almidón de ñame congo fue 30,63 y 69,37%, respectivamente, por lo que según la clasificación de Juliano (1971) se puede considerar que el almidón de ñame congo posee un alto contenido de amilosa (> 25%). Los porcentajes de amilosa y amilopectina fueron comparables a los encontrados en otras especies de *Dioscorea* como la *D. alata* (30%) y *D. cayenensis* (27%) y muy superior al reportado para la *D. esculenta* (14%) (Gallant *et al*. 1982) y *D. trífida* (1,42-8,65%) (Pérez *et al*. 2011). Por ser la fracción de amilopectina mayor a la de amilosa, el valor de la relación amilosa/amilopectina tuvo un valor de 0,44; inferior a la unidad. La relación amilosa/amilopectina obtenida fue similar a la indicada para el ñame congo por Araujo *et al*. (2004) de 0,41 y superior a la reportada para otros

almidones como el de yuca y papa (Alvís *et al*. 2008).

Dependiendo de la cantidad de amilosa, la textura y viscosidad de la pasta de almidón puede cambiar cuando se enfría, resultando una pasta viscoelástica o un gel. Por su contenido de amilosa, el almidón de papa (20%), maíz (25%) y trigo (25%) son considerados formadores de gel (Thomas y Atwell 1999), por lo que podría inferirse que el almidón de ñame congo puede originar un gel firme y estable, con buenas propiedades mecánicas, de menor solubilidad y mayor resistencia a la degradación química o enzimática y aplicable en preparaciones que así lo requieran.

Propiedades funcionales del almidón

Claridad de la pasta

El valor promedio de la claridad de la pasta para el ñame congo fue de 91% (Tabla 2). De acuerdo con Sánchez y Aristizábal (2007), las pastas de almidón con una tramitancia menor a 40% son consideradas opacas o turbias, mientras que aquellas con tramitancia superior a 40% son consideradas claras o transparentes, por lo que el gel o pasta de almidón de ñame congo es transparente. El valor obtenido de tramitancia fue mayor al reportado para otras especies de *Dioscorea* como la *D. trifida* (Peréz *et al*. 2011), *D. sparsiflora* y *D. remotiflora* (Guízar 2009). Igualmente es superior al indicado para almidones de papa y yuca (Jiménez *et al*. 2006, Ciarfella 2009).

Tabla 2. Índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH) del almidón de ñame congo.

Temperatura (ºC)	ISA (%)	PH (g de agua/g de almidón)
55	0,48 ± 0,26	2,72 ± 0,23
65	1,25 ± 0,60	3,15 ± 0,48
75	3,23 ± 0,16	9,65 ± 0,29
85	4,89 ± 1,90	38,07 ± 3,11
95	ND	49,05 ± 2,10
Claridad (%T)	91	

ND = no determinado. Los valores están expresados como la media ± la desviación estándar.

La transparencia u opacidad presentada por las pastas de almidón influyen directamente sobre las características de brillantez y opacidad del color de los productos en los que se empleen como espesantes (Betancur 2001). Los almidones que presentan valores elevados de tramitancia, tal es el caso del ñame congo, podrían ser utilizados en alimentos como mermeladas, gelatinas y en confitería para la elaboración de gomitas, entre otros.

Índice de solubilidad en agua (ISA)

El índice de solubilidad en agua es una medida de la cantidad de amilosa que es liberada del interior del gránulo cuando el mismo comienza a perder su estructura por efecto de la absorción de agua. En la Tabla 2 y en la Figura 1 se muestran los resultados del índice promedio de la solubilidad en agua del almidón nativo de ñame congo. Como se observa, la solubilidad incrementa a medida que incrementa la temperatura a la cual se calienta la solución de almidón, con un aumento cercano a 920% entre 55ºC y 85ºC. Las medidas de solubilidad a 95ºC no pudieron ser tomadas en virtud que se formó un gel que no dejó agua libre necesaria para la lixiviación de los solubles.

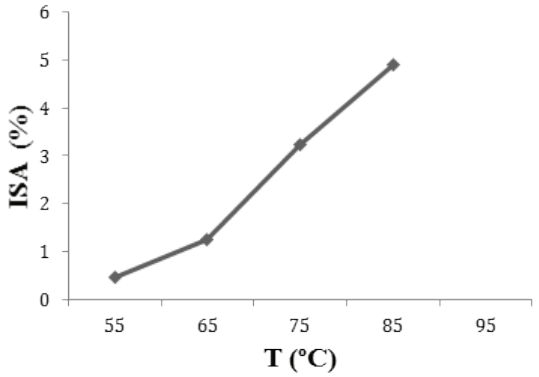

Figura 1. Índice de solubilidad en función de la temperatura del almidón de ñame congo.

Índice poder de hinchamiento (PH)

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. En la Tabla 2 y en la Figura 2 se muestran los datos de poder de hinchamiento del almidón extraído de los bulbilos de ñame congo. Como era de esperarse 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. Hasta los 55ºC el poder de hinchamiento del almidón fue mínimo (Fig. 2), incrementando a medida que la temperatura ascendía, hasta un máximo de 49,05 g gel/g de almidón, a 95ºC. Este comportamiento fue semejante a lo reportado para otros almidones con alto contenido de amilosa (Debet y Gidley 2006, Jayakody *et al*. 2007).

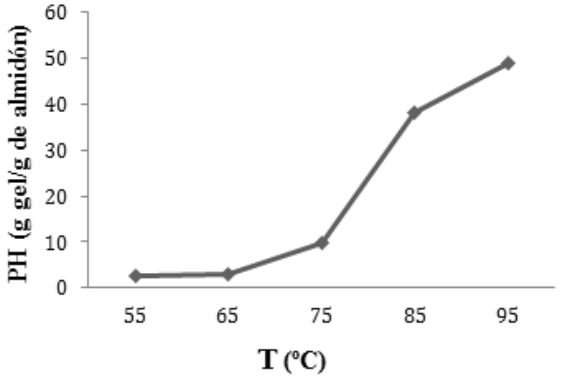

Figura 2. Poder de hinchamiento en función de la temperatura del almidón de ñame congo.

Señalan Riley *et al*. (2006) que a 95ºC el poder de hinchamiento del almidón de *D. alata*, varía entre 7,57 y 8,96 g gel/g de almidón para las ocho clases estudiadas, valores unas seis veces inferiores a los obtenidos para la *D. bulbifera* en esta investigación. Estos investigadores vincularon alto poder de hinchamiento con bajo contenido de amilosa, relación que no puede ser aplicada a *D. bulfifera* ya que esta variedad tiene mayor contenido de amilosa que *D. alata* (entre 20 y 23%). En consecuencia, se podría suponer que la disposición y cantidad de amilosa dentro del gránulo de ñame congo refuerza la red que se forma durante el hinchamiento impidiendo su ruptura a altas temperaturas. Los almidones con mayor poder de hinchamiento pueden ser usados en alimentos que requieren la retención de agua, como los productos cárnicos, embutidos, jaleas, entre otros.

CONCLUSIONES

El ñame congo representa una buena fuente de obtención de almidón, con buenas propiedades químicas y alto contenido de amilosa. El estudio de las propiedades funcionales del almidón de ñame congo reveló la formación de un gel firme y claro, estable a altas temperaturas y con alto poder de hinchamiento. Este tipo de almidón puede emplearse en la industria de los cosméticos y como agentes encapsulantes de sabor, esencias y colorantes. De igual manera, debido a la claridad y firmeza de su gel es recomendable su uso en la industria pastelera, así como en alimentos como mermeladas, gelatinas y en confitería en general.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, quien a través del proyecto codificado N° CI-3-030100-1692-11 aportó los recursos para la realización de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvís A, Vélez C, Villada H, Rada-Mendoza M. 2008. Análisis físico-químico y morfológico de almidones de Ñame, Yuca y Papa y determinación de la viscosidad de las pastas. Información Tecnológica. 19(1):19-28.

Anderson R. 1982. Water absortion and solubility and amilograph characteristics of roll-cooked small grain products. Cereal Chem. 59(4):123–127.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA.

Araujo C, Rincón A, Padilla F. 2004. Caracterización del Almidón nativo *Dioscorea bulbifera* L. Arch. Latinoamer. Nutr. 54(2):241-245.

Badui S. 2001. Química de los alimentos. Ed. Pearson Education, México, pp. 730.

Betancur D. 2001. Caracterización Molecular, Nutricia y Funcional de Almidones de *Phaseolus lunatus y Mucuna pruriens*. México: Instituto Politécnico Nacional [Disertación Doctorado en Ciencias de los Alimentos], pp. 213.

Ciarfella A. 2009. Evaluación de las raíces comestibles de cuatro variedades promisorias de yuca, caracterización del almidón y elaboración de casabe fortificado. Caracas: Universidad Central de Venezuela [Disertación Doctorado], pp. 214.

Craig S, Maningat C, Seib P, Hoseney P. 1989. Starch paste clarity. Cereal Chem. 66(3):173-182.

Debet R, Gidley J. 2006. Three classes of starch granule swelling: Influence of surface proteins and lipids. Carbohydr. Polym. 64(3):452-465.

FAO (Food and Agriculture Organization). 1991. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Raíces, tubérculos, plátanos y bananas en la nutrición humana. Roma, Italia: Colección FAO: Alimentación y nutrición humana, N 24, pp. 196.

Gallant D, Bewa H, Buy Q, Bouchet B, Szylit O. 1982. On ultrastructural and nutritional aspects of some tropical tuber starches. Starch/Starke. 34(8):255-262.

Guízar A. 2009. Obtención y caracterización física y química del almidón de Camote de Cerro (*Dioscorea* spp.). Michoacán, México: Instituto Politécnico Nacional [Disertación Maestría en Ciencias de Producción Agrícola Sustentable], pp. 79.

Hahn S. 1995. Yams *Dioscorea* spp. (*Dioscoreaceae*). *In*: Smartt J, Simmonds MW (Eds). Evolution of Crop Plants. Second Edition. Longman Scientific and Technical, UK, pp. 112-120.

Jayakody L, Hoover R, Liu Q, Donner E. 2007. Studies on tuber starches. II. Molecular structure, composition and physicochemical properties of yam (*Dioscorea* sp.) starches grown in Sri Lanka. Carbohydr. Polym. 69:148-163.

Jiménez H, Salazar M, Ramos R. 2006. Physical chemical and microscopic characterization of a new starch from chayote (*Sechium edule*) tuber and its comparison whit potato and maize starches. Carbohydr. Polym. 68:679-686.

Joshi R, Basnet B. 1999. Study of nutritive value of sonic selected less known wild edible plants of Central Nepal. *In*: Proceedings of the International workshop BIOREFORI. Kathmandu, Nepal, pp. 307-309.

Juliano B. 1971. A Simplified Assay for Milled-Rice Amylose. Cereal Sci. Today. 116(10):334-340.

Langeland K, Burks K. 1998. Identification and biology of non-native plants in Florida´s natural areas. IFAS. Publication SP 257. University of Florida, Gainsesville.

Montaldo A. 1991. Cultivos de Raíces y Tubérculos Tropicales. Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, segunda edición, Costa Rica, pp. 393.

Moorthy S. 2002. Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. Starch, 54(12):559-592.

Pérez E, Bahnassey W, Breene W. 1993. A simple laboratory scale method for isolation of *Amaranthus* starch. Starch/Stärke. 45(6):211-214.

Pérez E, Gibert O, Sabate A, Jiménez Y, Sánchez T, Giraldo A, Pontoire B, Guilois S, Lahon M, Reynes M, Dufour D. 2011. Physicochemical, functional and macromolecular properties of waxy yam starches discovered from seven genotypes of "Mapuey" (*Dioscorea trifida*) traditionally consumed in the Venezuelan Amazon. J. Agric. Food Chem, 59(1):263-273.

Riley C, Wheatley A, Asemota H. 2006. Isolation and characterization of starches from eight *Dioscorea alata* cultivars grown in Jamaica. Afr. J. Biotechnol. 5(17):1528-1536.

Rincón A, Araujo de V, Padilla F, Martin E. 2000. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscóreas: ñame Congo (*Dioscorea bulbifera*) y mapuey *(Dioscorea trífida*). Arch. Latinoamer. Nutr. 50(3):286-290.

Sánchez T, Aristizabal J. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO Nº 163. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, Italia, pp. 134.

Sivack M, Preiss J. 1998. Starch: Basic Science to Biotechnology. Advances in Food and Nutrition Research. Academic Press, New York, pp. 41.

Tester R, Karkalas J, Qui X. 2004. Starch-composition, fine structure and architecture. J. Cereal Sci. 39(2):151-165.

Thomas D, Atwell W. 1999. Starches. Ed. Eagan Press Handbook Series, St. Paul, MN, USA, pp. 4-7.

Vélez F, Vélez G. 1990. Plantas Alimenticias de Venezuela. Fundación Bigott, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Monografía Nº 37, pp. 162.