

LA HARINA DE ÑAME (*Dioscorea alata*), UN INGREDIENTE POTENCIAL EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE PANADERÍA

THE YAM (*Dioscorea alata*) FLOUR, A POTENTIAL INGREDIENT IN THE PREPARATION OF BAKERY PRODUCTS

EDITH SALAZAR DE MARCANO, MARIO MARCANO

Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Departamento de Ingeniería Química
E-mail: edithsa10@hotmail.com

RESUMEN

Las raíces y tubérculos tropicales como: yuca, batata, ñame, entre otros, son fuentes importantes de alimentos ricos en energía, pudiendo desempeñar un papel destacado en el contexto de un desarrollo sustentable, implementándose procesos tecnológicos que permitan su mejor aprovechamiento en beneficio de la población venezolana. Se estudió la harina de ñame como un ingrediente panadero, económico y aceptable al consumidor. Se obtuvo harina de la pulpa de ñame, con su respectiva validación de las condiciones del proceso de secado. La misma se caracterizó reológica, fisicoquímicamente y por análisis proximal de rutina, comparándola con la harina de trigo. Secado en estufa a 70 °C, molienda y tamizado arrojó harina de ñame, con contenidos de humedad y proteínas por debajo a los reportados para la harina de trigo e inferiores a los máximos permitidos para las harinas, según las normas COVENIN. No se detectaron diferencias significativas entre las dos harinas en cuanto a pH y acidez titulable, a pesar del lavado que se realizó a la pulpa de ñame con una solución de ácido cítrico (0,1%). La alta viscosidad máxima, estabilidad y consistencia de las suspensiones de harina de ñame, indicaron su favorable utilización en la formulación de mezclas de harinas compuestas con fines de panificación.

PALABRAS CLAVE: Ñame, harinas, panificación, *Dioscorea alata*, raíces, tubérculos.

ABSTRACT

The roots and tropical tubers as: cassava, sweet potato, yam, etc, are important sources of rich foods in energy, being able to play a key role in the context of a sustainable development, after implementing technological processes that allow their best use in the benefit of the Venezuelan population. The yam flour was studied as a potential ingredient for bakery use, which is also economic and acceptable to the consumer. Flour of the yam pulp was obtained, with its respective study of the drying process. It was characterized by rheological, physiochemical and routine proximal analyses, and compared with wheat flour. A drying in stove at 70 °C, milling and sifting it produced a yam flour with humidity and protein contents under those reported for wheat flour and lower than the maxima allowed for the flours, according to norms COVENIN. No significant differences were observed between the two flours with respect to pH and titratable acidity, in spite of the washing of the yam pulp with a solution of citric acid (0.1%). The high maximum viscosity, stability and consistency of the suspensions of yam flour, indicated their favorable use in the formulation of mixtures of flours made up with baking purpose.

KEY WORDS: Yam, flour, baking, *Dioscorea alata*, roots, tubers.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela afortunadamente existe una gran cantidad de recursos alimentarios, los cuales en su mayoría son consumidos de manera natural o de elaboración artesanal. Por lo que al estudiar algunos de ellos, se pudieran establecer procesos tecnológicos que permitan su mejor aprovechamiento en beneficio de la población. Dentro de estos recursos, las harinas de cultivos tales como yuca, papa, batata, ñame, entre otros, con la finalidad de elaborar harinas compuestas de calidad panificables.

La harina de trigo proporciona a la masa para elaborar el pan la parte nutritiva y las características adecuadas

en cuanto a textura y volumen, además, de propiedades funcionales únicas en beneficio de la fermentación panadera (Salazar *et al.* 2004).

Para establecer las factibilidades de uso de una harina es necesario conocer las propiedades que son influenciadas por la composición química y las interacciones entre los componentes, cuyo efecto incide en su comportamiento durante el procesamiento. Entre estas propiedades se encuentran la capacidad de fijación de agua, y las características de empaste dadas por el comportamiento reológico, establecido mediante perfiles amilográficos durante la cocción, las cuales se encuentran relacionadas con los niveles de proteínas,

carbohidratos (almidón), lípidos y fibra, principalmente, así como también con la distribución del tamaño de las partículas (Belén *et al.* 2004).

Venezuela actualmente está considerado como el principal consumidor de trigo, derivados y sub-productos, como son la harina y el pan, en relación con el resto de los países de América Latina, sin embargo este rubro es totalmente importado (León 2008). Además es importante destacar que esto representa un elevado costo de adquisición y problemas de suministro debido al incremento de su precio internacional, y a las limitaciones que tienen las compañías para el acceso a las divisas por el control de cambio. Tomando en cuenta lo anterior, esto hace necesario y atractivo la incorporación de materias primas menos costosas y de cultivos nativos, como el ñame, que puedan disminuir ampliamente la importación del trigo para la elaboración del pan.

Es así como el cultivo del ñame en el país es conocido y trabajado tradicionalmente por los agricultores en forma artesanal, utilizando para su siembra suelos considerados marginales. Sin embargo, la planta crece y produce abundantes raíces con alto contenido de carbohidratos con tan solo sembrar su semilla y sin mayor preparación del suelo (Ortega 1998).

Recientes investigaciones del CIBIA (Centro de Investigaciones de Biotecnología Industrial y Alimentos) de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, revelan que es posible la sustitución parcial de la harina de trigo por otros cultivos amiláceos como la yuca, almidón de maíz, harina del germen desgrasado del maíz entre otros, (Salazar *et al.* 2004). Este trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación: “Harinas Compuestas Para Panificación” que se desarrolla en el CIBIA.

Por lo que, en esta investigación se evaluó la harina de ñame como una alternativa en ingrediente panadero, dentro del proceso de elaboración de pan, que sea económica y cumpla con las exigencias del consumidor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la materia seca de ñame

Se emplearon raíces cosechadas en la zona sur del estado Anzoátegui, las cuales fueron lavadas en agua potable a temperatura ambiente, y posterior pesado. Peladas, permitió calcular el porcentaje de materia húmeda. Posteriormente se cortó la materia húmeda en rodajas de aproximadamente 2,0 mm e inmersión en una

solución de ácido cítrico al 0,1 % m/m, por espacio de 10 min. Se secaron de acuerdo a las recomendaciones de Belén *et al.* (2001) en una estufa marca HORO a 70 + 2 °C durante 16 h, siendo las condiciones ambientales promedio: 1,0 atmósfera de presión, 28 °C y 68% de humedad relativa; las bandejas de aluminio utilizadas tuvieron una dimensión de 30 cm de ancho por 40 cm de largo y profundidad de producto a secar de 1cm. Luego fueron reducidas de tamaño mediante molienda, empleando un molino de muelas marca Corona y posteriormente tamizadas con un tamiz de 60 mesh, obteniéndose la harina que fue colocada en bolsas de polietileno provistas de cierre hermético debidamente identificadas, y almacenadas en un desecador.

Validación de las condiciones de secado de la materia húmeda de ñame

Este se realizó utilizando el mismo equipo e iguales condiciones de secado que para la obtención de la harina de ñame, donde se evaluó la pérdida de humedad en función del tiempo de muestras de materia húmeda de 5,0 + 0,2 g, en intervalos de tiempos de 20 min por espacio de 240 min, tomando estos datos por duplicado; con la finalidad de elaborar la curva del secado de la materia húmeda del ñame (Belén *et al.* 2001).

Determinación de los parámetros reológicos de las muestras de harina de ñame estudiadas

Estas fueron evaluadas en cuanto a las siguientes propiedades: Índice de Absorción de Agua (IAA), Índice de Solubilidad Acuosa (ISA) según el método modificado de Anderson (1993); y Comportamiento Viscoamilográfico, el cual consiste en registrar continuamente en un viscoamilograma, la medición de Viscosidad Aparente en Unidades Brabender (UB), mediante un viscoamilografo Brabender modelo Pt-100, de suspensiones de harinas, mientras se sometieron a tasas variables de temperatura (desde 30 °C hasta 92 °C, 15 min a 92 °C, luego hasta 55 °C), durante rotación de la taza amilográfica a 75 rpm, utilizada para la evaluación del comportamiento de las harinas (Rasper 1980).

Los parámetros viscoamilográficos estudiados, registrado en el viscamilograma en Unidades Brabender (UB), fueron:

Viscosidad Máxima (VM): Pico más alto en el ciclo de calentamiento.

Índice de Estabilidad (IE): VM – Viscosidad a 92 °C.

Índice de Asentamiento (IA): Viscosidad a 92 °C por 15 min – Viscosidad a 55 °C.

Índice de Consistencia (IC): Viscosidad a 55 °C – VM.

Caracterización físico-química de las muestras de harina de ñame estudia

Todas las muestras fueron caracterizadas por triplicado según las siguientes propiedades:

Determinación de pH (Norma COVENIN N° 1315: 1979) (COVENIN, 1979).

Determinación de la acidez titulable (Norma COVENIN N° 1787:1981) (COVENIN, 1981a).

Determinación del contenido de humedad (Norma COVENIN N° 1553-80) (COVENIN, 1980).

Determinación del contenido de cenizas (Norma COVENIN N° 1783-81) (COVENIN, 1981b).

Determinación del contenido de proteínas (Técnica de Biuret) (Mc Carthy y Thomas. 2000).

Análisis estadístico

Las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se presentaron como valores promedios. Para analizar las diferencias significativas entre la harina de ñame y la harina de trigo se utilizó la prueba de chi-cuadrado, $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de la harina de ñame

Los porcentajes de rendimiento en materia húmeda de ñame se ubicaron en un promedio de 84 ± 3 % de la masa total del tubérculo, siendo semejantes a los reportados por Rincón *et al.* (2000). A pesar de ser este valor bastante alto, pudiera explicarse la variación en el promedio por lo irregular de la superficie de los tubérculos utilizados en el estudio, característica propia del ñame; además, el pelado de manera manual también pudo influir en los resultados obtenidos.

De las características que se observaron de las diferentes muestras de harina de ñame se puede deducir que, el cortado en rodajas de aproximadamente 2,0

mm de espesor fue suficiente para facilitar tanto el proceso de secado como de molienda de la materia seca obtenida. Además, la inmersión de las rodajas de ñame en la solución de ácido cítrico al 0,1 % m/m posiblemente evitó el oscurecimiento de las mismas (Wong 1995), obteniéndose una harina blanquecina con poco empardeamiento de tipo enzimático, atribuido a la presencia de la polifenol oxidasa (Jiménez 2004).

Validación de las condiciones de secado de la materia húmeda de ñame

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la materia húmeda del ñame al ser sometida al secado, realizado a una temperatura de $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$; para lograr la mayor cantidad de agua eliminada en el proceso. Con lo que posiblemente se disminuyó cualquier acción microbiana que pudiera dañar las muestras. Por otra parte, la temperatura que se seleccionó garantizó el poco deterioro de almidones y azúcares por caramelización o gelatinización (Belén *et al.* 2001). Por lo que se obtuvo una curva que puede ser descrita por el siguiente modelo cuadrático:

$$Y = 2,7433 - 0,0263 X + 7 \times 10^{-5} X^2 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Y es la humedad en base seca ($\text{kg H}_2\text{O}/\text{kg MS}$) y X es el tiempo de secado (min)

La ecuación señalada será válida en las condiciones de operación. En un tiempo de secado de 180 min, se alcanzó la humedad de equilibrio ($0,343 \text{ kg H}_2\text{O}/\text{kg MS} = 7,795 \text{ kg H}_2\text{O}/100 \text{ kg MH}$) con lo que se puede explicar el 99,78% de la variabilidad de los datos obtenidos. Resultados similares obtuvieron Montes *et al.* (2008) para muestras de *Dioscorea rotundata* cortadas en rodajas y secadas a diferentes temperaturas.

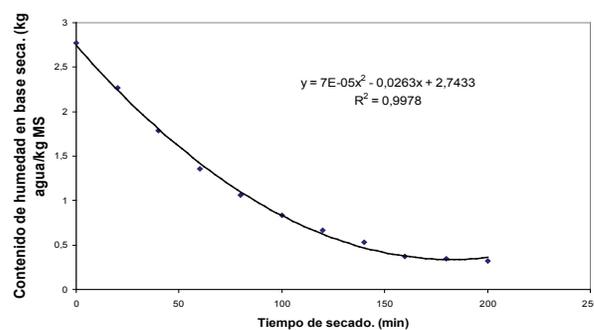


Figura 1 Curva de secado. Humedad vs tiempo de secado de la pulpa de ñame

Determinación de los parámetros reológicos de las muestras de harina de ñame estudiadas

En la Tabla 1 se presentan los parámetros más importantes obtenidos de los viscoamilogramas trazados para las diferentes muestras de harina de ñame estudiadas. Así, con respecto a la Viscosidad Máxima, ésta alcanzó un valor promedio de 575 UB, siendo mayor que los reportados por Alvis *et al.* (2008) para almidones nativos de ñame; Pacheco y Techeyra (2009) para muestras de almidón nativo y modificado de ñame; y a los valores obtenidos en las muestras de harina de trigo. Pudiendo deberse esto a que los gránulos de almidón de ñame tienen mayor tendencia a absorber agua en el proceso de calentamiento que los de trigo, produciéndose mayor hinchamiento de los mismos lo cual pudo provocar roce entre ellos, afectando posiblemente su capacidad para fluir ó un aumento de la viscosidad de las suspensiones de dichos gránulos. (Belén *et al.* 2004, González y Pérez 2003, Salazar *et al.* 2004).

Tabla1. Características de la Harina de trigo y Harina de ñame evaluada y sus diferencias significativas (Chi-cuadrado, 0,95%).

Características/resultados	H. trigo	H. ñame	χ^2_c	$\chi^2_{t(0,95\%)}$
pH	5,700 ± 0,230	5,820 ± 0,150	0,54	3,84
Acidez titulable (% a. Cítrico)	0,682 ± 0,016	0,676 ± 0,031	0,097	
Humedad (%m/m)	12,847 ± 1,250	8,421 ± 1,321	4,32	
Cenizas (% m/m)	0,584 ± 0,062	1,509 ± 0,038	19,8	
Proteínas (% m/m)	7,572 ± 0,860	1,172 ± 0,364	75,3	
Viscosidad Máxima (UB)	395 ± 15,7	575 ± 25,4	3,44	
Índice de Asentamiento (UB)	185 ± 13,8	95 ± 9,5	10,32	
Índice de Estabilidad (UB)	35 ± 2,1	- 25 ± 1,7	89,18	
Índice de Consistencia (UB)	75 ± 5,7	140 ± 12,4	9,14	
IAA (g gel/g muestra)	1,809 ± 0,076	2,923 ± 0,158	16,3	
ISA (g sólido/g muestra)	0,055 ± 0,006	0,128 ± 0,045	7,4	

La viscosidad durante el calentamiento a 92 °C mostró un aumento respecto al pico de viscosidad máxima para todas las muestras de harina de ñame estudiadas (Figura 2), lo que se tradujo en un Índice de Estabilidad con valores negativos. Maldonado y Pacheco (1998) y Iwuoha (2004) establecieron que este aumento en la viscosidad en el periodo de calentamiento se puede deber a que los gránulos de almidón de la harina de ñame presentan poca degradación durante el proceso y que el esfuerzo cortante a que fueron sometidas las muestras no fueron suficientes para debilitar los enlaces internos de las moléculas que

componen el almidón. Por lo tanto, la harina de ñame fue muy estable durante la cocción, representado por los valores negativos del Índice de Estabilidad, o lo que es lo mismo los gránulos de almidón de la harina de ñame presentaron poca fragilidad bajo las condiciones de calentamiento y fuerzas de corte generadas por el equipo durante el ensayo (Araujo *et al.* 2004).

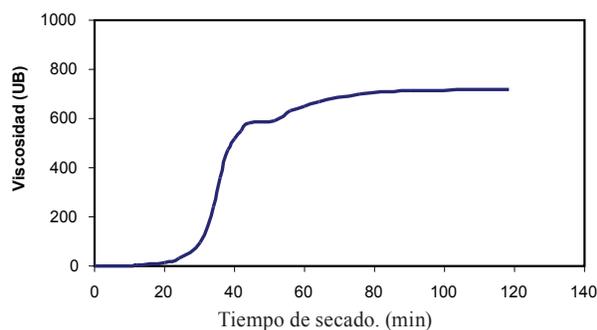


Figura 1. Curva de secado. Humedad vs tiempo de secado de la pulpa de ñame.

Con respecto a la retrogradación, representada como el índice de Asentamiento se observó un valor promedio de 95 UB, lo que pudo indicar que durante el proceso de enfriamiento de las muestras de harina de ñame ensayadas, posiblemente hubo poco arreglo cristalino de las moléculas de amilosa contenidas en los gránulos de almidón; recordándose que este hecho se encuentra íntimamente ligado al endurecimiento de los productos panaderos (Araujo *et al.* 2004, Belén *et al.* 2004, González y Pérez 2003, Salazar *et al.* 2004).

En cuanto a la capacidad de formar un gel firme, representado por el Índice de consistencia, se observó que el valor promedio se ubicó en 140 UB, lo que pudiera indicar que una vez culminado el proceso de calentamiento y enfriamiento los geles obtenidos de harina de ñame fueron bastante firmes (Flores *et al.* 2000, Fortuna *et al.* 2000). Así, según Araujo *et al.* (2004), este efecto pudiera ser atribuido posiblemente a la organización que adquieren las cadenas de amilosa y amilopectina en los geles de almidón de ñame formados.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedios de los Índices de Absorción de Agua (IAA) e Índice de Solubilidad Acuosa (ISA) de las muestras de harina de ñame estudiadas; con lo que se observó la tendencia a absorber agua, no así a solubilizarse dichas harinas, siendo estos similares a los reportados por Alvis *et al.* (2008) para muestras de almidón nativo de cuatro variedades de ñame. Es de hacer notar que dichos valores superan a los reportados para algunos productos de arroz, avena y soja (Nelson 2001), por lo que permite sugerir su

inclusión en la formulación de productos de panadería.

Caracterización físico-química de las muestras de harina de ñame estudiadas

Los valores promedios de pH y la acidez titulable, reportada como % m/m de ácido cítrico, de las harinas de ñame estudiadas se observan en la Tabla 1 estando estos dentro de los rangos permitidos para las harinas comestibles (COVENIN 1979, COVENIN 1981a), indicándose que el lavado hecho con la solución de ácido cítrico no produjo influencia significativa en los valores de pH y acidez de las muestras estudiadas. El contenido de humedad en la harina de ñame obtenida fue en promedio de 8,42%, considerándose este valor bajo en este tipo de producto (Belén 2000). Sin embargo, la reducción del contenido de agua en un promedio de 88 % en las muestras de harina de ñame obtenidas, favorecerá considerablemente la disminución de desarrollo microbiano y de reacciones diversas, aumentándose de esta manera el tiempo de vida útil del producto obtenido (Navas *et al.* 1999, Wong 1995). En cuanto al contenido de cenizas, éste se ubicó en un promedio de 1,5 % en base húmeda de las harinas de ñame estudiadas, siendo factor importante en este valor el hecho de ser una harina poco refinada, lo que evidencia un mayor aporte en minerales. El valor promedio para el porcentaje de proteínas fue bajo en comparación con harinas de uso cotidiano como en trigo, arroz y maíz (Wong 1995), sin embargo se ubicó dentro de los valores esperados. Por lo que se recomienda su uso balanceando o fortificado de dichas harinas con un mejorador proteico (Araujo *et al.* 2004, Blanco *et al.* 2004, Sangronis *et al.* 2006).

Relación comparativa de las muestras de harina de ñame con las de harina de trigo

En cuanto a los valores de pH y acidez no existieron diferencias entre las muestras de harina de trigo y las de harina de ñame, hecho corroborado con los valores de χ^2_c reportados en la Tabla 1, estando estos resultados dentro de los permitidos para harinas comestibles y para panificación (Salazar *et al.* 2004). En los valores obtenidos para humedad, cenizas y proteínas si hubieron diferencias entre las dos muestras de harinas comparadas cuyos datos se observan en la Tabla 1, quizás debido esto, al proceso de secado a que fueron sometidas las muestras de harina de ñame; al poco refinamiento de la harina de ñame obtenida, que pudo exceder los valores establecidos para la harina de trigo en el contenido de cenizas; y al contenido de proteínas obtenido para la harina de ñame, el cual fue el esperado, respectivamente.

Estas características pudieran influir en alguna manera en la capacidad de panificación de las harinas de ñame en comparación con las harinas de trigo.

Con respecto a los valores viscoamilográficos, las muestras de harina de ñame presentaron una alta viscosidad máxima con relación a las de harina de trigo, así como alta estabilidad y consistencia, pudiendo ser esto beneficioso para preparar harinas compuestas panificables, donde se pueden complementar los valores viscoamilográficos de la harina de ñame con los contenidos de proteínas de la harina de trigo. Sin embargo en la Tabla 1 se observa que con respecto a la VM no existieron diferencias significativas entre las dos harinas, no así para los demás parámetros reológicos estudiados. El mayor IAA y ISA de las harinas de ñame estudiadas favorecería la cantidad de agua añadida a las masas panificables, resultando un factor económico importante, además de influir positivamente en la reología de las masas de harinas compuestas panificables.

CONCLUSIÓN

El aspecto físico, así como los resultados reológicos y fisicoquímicos que arrojaron las muestras de harina de ñame obtenidas, permitió inferir la posibilidad de su utilización como ingrediente en las formulaciones de harinas compuestas para panificación, productos de pastelerías, alimentos infantiles, espesantes entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Centro de Investigaciones en Biotecnología Industrial y Alimentos y Postgrado en Ciencias e Ingeniería de los Alimentos por su colaboración prestada en la realización del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIS A., VELEZ 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. 1993. Water absorption and solubility and amylography characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chemistry*: 59 (4): 265-269.
- ARAUJO C., RINCÓN A., PADILLA F. 2004. Caracterización

- del almidón nativo de *Dioscorea bulbifera* L. Arch. Latinoam. Nutrición. 54(2): 177-181.
- BELÉN D. 2000. Obtención de harina a partir del mesocarpio del fruto de la palma coroba (*Jessenia polycarpa*). Trabajo especial de grado. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Canoabo. Venezuela.
- BELÉN D., ALEMÁN R., ÁLVAREZ F. 2001. Caracterización físico-química de una harina obtenida del mesocarpio del fruto de la palma coroba (*Jessenia polycarpa*), Rev. Fac. Agron (LUZ): 18 (4): 290-297.
- BELÉN D., ALEMÁN R., ÁLVAREZ F., MORENO M. 2004. Evaluación de algunas propiedades funcionales y reológicas de la harina de Coroba (*Jessenia polycarpa*). Rev. Fac. Agron (LUZ). 21:161-171.
- BLANCO A., TOVAR J., FERNÁNDEZ M. 2004. Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de las raíces y tubérculos tropicales cocidos cultivados en Costa Rica. Arch. Latinoam. Nutrición. 54(3): 322-327.
- COVENIN 1979. Alimentos. Determinación de pH. Norma 1315. Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.
- COVENIN 1981a. Alimentos. Determinación de acidez titulable. Norma 1787. Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.
- COVENIN 1980. Alimentos. Determinación de humedad. Norma 1553. Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.
- COVENIN 1981b. Alimentos. Determinación de cenizas. Norma 1783. Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.
- FLORES R., MARTÍNEZ F., SALINAS Y., KIL CHANG Y., GONZÁLEZ J., RÍOS E. 2000. Physicochemical and reological characteristics of commercial nixtamalised Mexican maize flours for tortillas. J. Sci. Food Agric. 80(6):657-664.
- FORTUNA T., JANUSZEWSKA R., JUSZCZAK L., KIELSKI A., PALASINSKI M. 2000. The influence of starch pore characteristics on pasting behavior. International J. Food Sci. Tech. 35(3): 285-291.
- GONZÁLEZ Z., PÉREZ E. 2003. Evaluación fisicoquímica y funcional de almidones de yuca pregelatinizados y calentados en microondas. Act. Cient. Venez. 54: 27-37.
- JIMÉNEZ M., ZAMBRANO M., AGUILAR M. 2004. Estabilidad de pigmentos en frutas sometidas a tratamientos con energía de microondas. Inf. Tecnológica. 15(3): 61-66.
- IWUOHA C. 2004. Comparative evaluation of physicochemical characteristics of flours from steeped tubers of white yam (*Dioscorea rotundata* P), water yam (*Dioscorea alata* L) and yellow yam (*Dioscorea cayenensis* L). Tropicultura. 22 (2): 26-63.
- LEÓN A. 2008. Poco trigo para tanta pasta. Producto Online. Febrero 2008. Edición 298. Consultado en: www.producto.com.ve/291/notas/mercadeo.html. Marzo 2010.
- MALDONADO R., PACHECO E. 1998. Elaboración de pastas alimenticias por sustitución de harina de trigo con harina de zanahoria (*Daucus carota* L) y remolacha (*Beta vulgaris* L), fuentes de fibra dietética y caroteno. Rev. Fac. Agron (UCV). 24(2):89-104.
- MC CARTHY M., THOMAS D. 2000. Biuret test. Consultado en: www.cats.ohion.edu/biosci/introbioslab/labs/170/1702/biuret.htm. Febrero 2009.
- MONTES E., TORRES R., PIZARRO R., PEREZ O., MARIMON J., MEZA I. 2008. Modelado de la cinética de secado de ñame (*Dioscorea rotundata*) en capa delgada. Ing. Investig. 28 (2): 45 - 52.
- NAVAS P., CARRASQUEÑO A., MANTILLA J. 1999. Avances en la caracterización química de la harina de batata (*Ipomoea batatas*) var, Carolina. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16(1): 11 -18.
- NELSON A. 2001. Properties of high-fiber ingredients. C. Food World. 48(3): 93-97.
- ORTEGA E. 1998. Sistemas alimentarios de raíces y tubérculos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Serie C N° 41. FONAIAP Edo. Monagas. Venezuela. 13 p.
- PACHECO DE DELAHAYE E., TEICHEIRA N. 2009. Propiedades

- químicas y funcionales del almidón nativo y modificado de ñame (*Dioscorea alata*). *Interciencia*. 34 (4): 280-285.
- RASPER V. 1980. Theoretical aspects of amylographology. In: *The Amylograph Hand Book*. Capítulo I. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul. Pp1-6.
- RINCÓN A., ARAUJO DE VISCARRONDO C., CARRILO DE PADILLA F., MARTÍN E. 2000. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscoreas: ñame congo (*Dioscorea bulbifera*) y mapuey (*Dioscorea trifida*). *Arch. Latinoam. Nutrición* 50 (3).
- SALAZAR E., SALAZAR D., FLEMING A. 2004. Efecto del almidón de maíz y de la albúmina de huevo sobre las propiedades reológicas, funcionales y nutricionales de las harinas compuestas a base de yuca amarga destinadas a panificación. *Saber*. 16 (1): 45-50.
- SANGRONIS E., TEIXEIRA P., OTERO M., GUERRA M., HIDALGO G. 2006. Manaca, batata y ñame: posibles sustitutos del trigo en alimentos para dos etnias del Amazonas venezolano. *Arch. Latinoam. Nutrición*. 56(1): 77-82.
- WONG D. 1995. *Química de los alimentos, mecanismos y teorías*. Zaragoza-España. Editorial Acribia.