

## Caracterización físico-química y propiedades funcionales de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) obtenida por secado en doble tambor rotatorio

Gladiana Praderes\*, Auris García y Emperatriz Pacheco†

Laboratorio de Bioquímica de Alimentos. Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay, Aragua. Venezuela

### RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con granos secos de quinchoncho (*Cajanus cajan*) con una humedad de 13%, provenientes del Mercado Principal de la ciudad de Maracay, estado Aragua, Venezuela. La harina de quinchoncho, obtenida a partir de las siguientes operaciones: selección, lavado, fermentación natural por cuatro horas a temperatura ambiente (relación granos: agua de 1:4), escurrido, lavado, cocción hasta ablandamiento del grano, licuado y refinado para la elaboración del puré, fue sometida a secado en doble tambor rotatorio a una temperatura de 130°C, presión de vapor de saturación de 80 psi y velocidad de secado de 0,27 rpm. En la caracterización física, se determinó una actividad de agua promedio de 0,39 y una viscosidad aparente de la harina reconstituida (5%) de 300 cps por cuatro minutos, seguido de un descenso a 200 cps que se mantuvo durante seis minutos. Con respecto a la características químicas se determinó en la harina un pH de 6,7; humedad 4,9; almidón 34,0; proteína 22,4; fibra dietaria 15,8 y ceniza 2,9 g/100 g. La solubilidad fue 83,5%, con una capacidad de absorción de agua de 4,7 g agua/g harina. En conclusión, esta harina podría ser potencialmente viable para la formulación de productos alimenticios con altos contenidos de fibra, almidón y proteína.

**Palabras clave:** harina de quinchoncho, secado doble tambor, características físico-química, *Cajanus cajan*.

### Physical and chemistry characterization and functional properties of flour of pigeon pea (*Cajanus cajan*) obtained by drying in double rotatory drum

### ABSTRACT

This work was carried out with dried beans of pigeon pea (*Cajanus cajan*) with humidity of 13%, obtained at the Main Market of the city of Maracay, Aragua state, Venezuela. Pigeon pea flour was obtained. By the following operations: selection, washing, natural fermentation for four hours at room temperature using a ratio grain: water ratio of 1:4, drained, washed, cooked to soften the grain, and refined for liquefied development of pigeon pea puree, which was subjected to a double rotary drum drying at a temperature of 130°C, saturation vapour pressure of 80 psi, and drying rate of 0.27 rpm. In the physical characterization, we determined water activity of 0.39 and an average apparent viscosity of reconstituted flour (5%) of 300 cps for four minutes, followed by a decline to 200 fps which was maintained for six minutes. With regard to the chemical characteristics of flour, it was determined a pH of 6.7, moisture 4.9, starch, 34.0, protein 22.4, dietary fibre, and ash of 2.9 g/100 g. The solubility was 83.5% with a water absorption capacity of 4.7 g water/g flour. In conclusion, this meal could be potentially viable for the formulation of food products with high fiber, starch and protein.

**Key words:** Pigeon pea flour, double drum drying, physical-chemical characteristics, *Cajanus cajan*.

---

\*Autor de correspondencia: Gladiana Praderes

E-mail: gladiana.praderes@hotmail.com

Recibido: enero 10, 2009

Aceptado: noviembre 23, 2009

## INTRODUCCIÓN

Entre las leguminosas de mayor consumo en Venezuela, se encuentra el quinchoncho (*Cajanus cajan*), el cual se siembra de manera intensiva y en forma asociada con otros cultivos en pequeñas superficies, comercializándose los granos secos durante todo el año (Sangronis *et al.*, 2004). Esta especie se consume en forma de granos cocidos o en guisos, representando una fuente económica de proteínas, carbohidratos, fibra dietética, minerales y vitaminas, principalmente del grupo B (Torres y Guerra, 2003; Drago *et al.*, 2007). Las leguminosas, en general, presentan diferencias en las características físico-químicas y funcionales, dependiendo del tipo de procesamiento agroindustrial al cual es sometido el grano para su uso y consumo (Chau y Cheung 1997; Reyes *et al.*, 2002; Dávila *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2007). Al respecto, Díaz *et al.* (2002) señalan un contenido proteico de 24,8 a 28,3% en harinas provenientes de granos crudos de frijoles (*Vigna unguiculata*, var. verde). Sin embargo, Granito *et al.* (2003) en la harina cocida de frijol Orituco encontraron un contenido ligeramente más bajo de proteína (23,7%), caracterizándose además esta harina por contener 15,8% de fibra dietética total, 2,9% de grasa y ceniza de 1,9%. Por otro lado, Sangronis *et al.* (2004) determinaron en harina gelatinizada de quinchoncho obtenida por el método de secado en doble tambor, un contenido de proteína de 32,5 %, que fue considerado alto al compararlo con la harina elaborada a partir de granos germinados de *Phaseolus vulgaris*, la cual presentó un promedio entre 20-28%. Estos resultados evidenciaron la potencialidad de la harina de quinchoncho para el enriquecimiento proteico de formulaciones alimenticias. En referencia a las propiedades funcionales de las harinas de leguminosas, Torres (2001) explica que la remoción del tegumento en la obtención de harina de quinchoncho conllevó a una disminución de la capacidad emulsificante, absorción de agua y de grasas, aunque originó un incremento en la capacidad espumante. Por otro lado, Granito *et al.* (2004) determinaron que el procesamiento hidrotérmico y la fermentación natural afectan las propiedades funcionales en las harinas de frijol, obteniéndose un incremento en la capacidad de absorción de agua y aceite, pero con una disminución en la capacidad y estabilidad espumante. Esta respuesta permitió a los investigadores señalar que estas harinas pueden ser empleadas en formulaciones de alimentos viscosos, tales como sopas, salsas, masas y productos horneados, donde se requiera una buena interacción proteína-agua y una menor capacidad espumante. Dada la importancia de las harinas de leguminosas como fuente proteico-energético de bajo costo, se planteó determinar las características físicas, químicas y propiedades funcionales a una harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) obtenida por secado en doble tambor rotatorio

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (FAGRO-UCV) y en la planta piloto del Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE) localizada en San Felipe, estado Yaracuy. Como materia prima se utilizaron granos de quinchoncho (*Cajanus cajan*) con un contenido de humedad de 13%, sanos, enteros, limpios, libres de plagas y enfermedades, los cuales fueron adquiridos en el Mercado Principal de la ciudad de Maracay, estado Aragua, Venezuela y verificados taxonómicamente por expertos en leguminosas del Laboratorio de Semillas de FAGRO-UCV y Laboratorio de semillas del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, sede Maracay, estado Aragua. La muestra se tomó en forma aleatoria y correspondió a dos lotes de dos kilos cada uno, que conformó una muestra total de cuatro kilos (COVENIN, 1981). Se empleó estadística descriptiva para el análisis de la información obtenida de las determinaciones físicas, químicas y propiedades funcionales efectuadas para la caracterización de la harina de quinchoncho.

### Obtención de la harina de quinchoncho

El proceso de obtención de la harina de quinchoncho se llevó a cabo por el método de secado hidrotérmico a partir del puré de los granos, obtenido con una relación de pulpa:agua de 1:4, sometiendo previamente los granos secos a un proceso de remojo por cuatro horas (relación grano:agua 1:4), que conllevó a una fermentación natural la cual resultó conveniente por favorecer un aumento en la digestibilidad de las proteínas y al parecer, también está relacionado con la disminución en el contenido de taninos, fitatos hemaglutininas, saponinas e inhibidores de tripsina (Dávila *et al.*, 2003, Granito *et al.*, 2009; García *et al.*, 2009). Posteriormente se realizó un lavado, escurrido, cocción para el ablandamiento de los granos (95°C, 40 min), licuado-refinado para elaborar el puré de quinchoncho y secado del mismo para obtener la harina, empleando para esto último un equipo de doble tambor rotatorio (Buflovak, modelo para laboratorio) a una presión de vapor de saturación de 80 psi, temperatura de secado a 130°C y velocidad de secado de 0,27 rpm. Una vez obtenida la harina, se sometió a la operación de molienda y tamizado usando una malla de 80 mesh equivalente a 0,175 mm, siendo luego empacada en bolsas aluminizadas termoselladas (Scotchpak Brand, heat sealable pouches, modelo 9062).

### Características físicas

Las determinaciones por triplicado de las características físicas correspondieron al contenido de actividad de agua ( $a_w$ ) empleando un equipo Aqualab modelo Decagon CX-2, marca Decagon Devices; color por medio de un colorímetro (Hunter Lab, modelo DP-9000 Gardner/Neotec) y perfil de viscosidad aparente, utilizando una suspensión al 10,5%. La viscosidad se midió a la temperatura de 25°C y a diferentes tiempos de agitación (2,4,6,8,10 y 12 min) en un Viscosímetro Brookfield (Modelo LVF, serial 63127, Brookfield Laboratories Inc., Stoughton, MA, USA), empleando la aguja N° 4, con una fuerza de corte de 30 rpm. Esta determinación permitió identificar la estabilidad en el tiempo de la viscosidad aparente de la harina reconstituida en estudio, registrada en unidades de Centipoises (cps).

### Características químicas

Las determinaciones por triplicado de las características químicas correspondieron al contenido de humedad, proteína, ceniza, grasa y fibra dietaria por los métodos descritos por la AOAC (1990), pH (COVENIN, 1979) y almidón empleando el método multienzimático de Holm *et al.* (1986).

### Propiedades funcionales

La determinación de las propiedades funcionales de la harina se realizó por triplicado. La capacidad de absorción de agua se midió a partir de la adición de 10 mL de agua destilada a 1 g de muestra, posteriormente se centrifugó por 25 min a 2 500 rpm, descartando el sobrenadante y estandarizando el peso del residuo en la estufa a 50°C durante 20 min, calculando por diferencia de peso la cantidad de agua absorbida por gramo de almidón (Wang y Kinsella, 1976), mientras la solubilidad del almidón en agua fría se determinó mediante la adición de 1 g de la harina (base seca, BS) a 100 mL de agua destilada, mezclándose en alta velocidad en una licuadora por 2 min. La suspensión fue vaciada en botellas de centrifuga de 300 mL y centrifugada a 5 000 rpm, durante 15 min. Una alícuota de 25 mL del sobrenadante se transfirió a una cápsula de Petri previamente pesada y se deshidrató en estufa a 110°C durante 4 h. Por diferencia de peso se calculó la solubilidad relativa en agua fría (Eastman y Mopre, 1984).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las características físicas de la harina de quinchoncho, donde se aprecia una  $a_w$  promedio de 0,39 siendo estos valores similares a los

que presentan las harinas de vegetales deshidratadas ( $a_w < 0,5$ ) (Fernández *et al.*, 1993; Testo, 2007), por lo que se estiman adecuados para asegurar la estabilidad química y microbiológica del producto durante el almacenamiento. Por otra parte, Pacheco *et al.* (2004) y García *et al.* (2007), encontraron en harinas de plátano verde y de raíz de apio (*Arracacia xanthorrhiza*), valores de humedad menores de 5,8% y  $a_w$  de 0,40 a 0,46, señalando una alta estabilidad de los componentes nutricionales. La harina de quinchoncho obtenida por secado en doble tambor rotatorio se caracterizó por presentar una coloración marrón oscura indicada por una luminosidad promedio de 51,8 y por valores de cromaticidad b y a de 10,7 y 13,7, respectivamente. Estos valores se atribuyeron al efecto de la temperatura de secado sobre el material, al promover los cambios asociados a las reacciones de Maillard que tienden a modificar la coloración original de la harina, tal como fue observado y discutido por Vega *et al.* (2006) en estudios efectuados con harina de maíz.

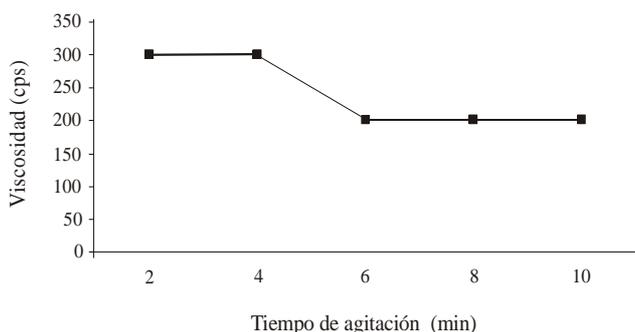
En la Figura 1 se presenta la tendencia de la viscosidad aparente de la harina en estudio, donde se observó que la viscosidad inicial de 300 cps disminuyó a 200 cps al cabo de 4 min de exposición a la velocidad de corte constante de 30 rpm. Este comportamiento es característico de fluidos no newtonianos tipo fluido pseudoplástico, atribuido a la degradación por fricción de las moléculas de amilosa y amilopectina, que componen el almidón (Rodríguez *et al.*, 2006). Por otro lado, esta respuesta coincide con lo señalado por García *et al.* (2007) al referir que durante el proceso de secado hidrotérmico para la obtención de una harina, los gránulos de almidón sufren cambios estructurales como resultado de los procesos de gelatinización, fusión y fragmentación, los cuales afectan significativamente la viscosidad, siendo esta una característica importante ligada a la calidad del producto a formular y una medida directa del grado de procesamiento del granulo de almidón contenido en la harina.

Con relación a las características químicas, la harina quinchoncho presentó una humedad de 4,9 g/100 g, pH de 6,7 y proteína de 22,4 g/100 g BS. El contenido de PC fue similar a la harina de caraota (*Phaseolus vulgaris*) (22,4 g/100 g) reportada por Granito *et al.* (2004) y a la harina de frijol Orituco (23,7 y 25,3%), señaladas por Granito *et al.* (2003) y Granito *et al.* (2004), respectivamente. Debido a este contenido proteico, puede considerarse como una fuente potencial de proteína vegetal (Drago *et al.*, 2007), cuya calidad depende del tipo de procesamiento en la obtención de la harina; así por ejemplo, el secado hidrotérmico para la elaboración de harinas de leguminosas permite alcanzar un alto valor nutricional por

**Cuadro 1.** Características físicas, químicas y propiedades funcionales de una harina de quinchoncho

Características Físicas	
Actividad de agua ( $a_w$ )	0,39 ± 0,02
Color <sup>1</sup>	
L	51,8 ± 0,08
a	3,4 ± 0,03
b	10,7 ± 0,06
Características Químicas	
Humedad (g/100g)	4,9 ± 0,05
pH	6,7 ± 0,02
Ceniza (g/100g BS)	2,9 ± 0,04
Grasa (g/100g BS)	1,8 ± 0,03
Proteína(g/100g BS)	22,4 ± 0,05
Almidón (g/100g BS)	34,0 ± 0,04
Fibra dietaria (g/100g BS)	15,8 ± 0,07
Propiedades Funcionales	
Solubilidad (%)	83,5 ± 0,25
Capacidad de absorción de agua (g agua/g harina)	4,7 ± 0,03

L: Blancura o luminosidad; a: + = rojo, - = verde; b: + = amarillo, - = azul

**Figura 1.** Comportamiento de la viscosidad aparente de la suspensión de una harina de quinchoncho.

reducir la mayor parte de los factores antinutricionales (Granito *et al.*, 2004; Indira y Bhattacharya, 2006).

En referencia al contenido de grasa (1,8 g/100 g), ésta fue similar al encontrado en harinas de quinchoncho (1,6 g/100 g) por León *et al.* (1993) y a las harinas de frijol variedad Peruano (1,8 g/100 g) indicadas por Vargas *et al.* (2006), siendo estos valores considerados bajos al compararlos con las harinas de garbanzo (5,2 g/100 g), judías (4,8 g/100 g), lentejas (3,2 g/100 g) y guisantes verde (1,5 g/100 g), citados por Iqbal *et al.* (2006). El contenido de almidón fue 34,0 g/100 g, siendo similar al encontrado en harinas de quinchoncho (30,0 g/100 g) por

León *et al.* (1993), pero menor al reportado por Vargas *et al.* (2006) en harinas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) obtenidas a partir de granos enteros y crudos (40-44 g/100 g). Estos autores consideraron que las cantidades de almidón presentes en las harinas mencionadas pueden ser aprovechadas en la elaboración de diversos productos (sopas, colados, entre otros), donde se requiera desarrollar características espesantes (Guillon y Champ, 2002; Vargas *et al.*, 2006; Bou *et al.*, 2006; García *et al.*, 2007).

Al analizar el contenido de fibra dietaria se encontró que la harina de quinchoncho tiene 15,8 g/100 g, lo cual resultó ser inferior al 25,6 g/100 g citado por Serrano y Goñi (2004) para la harina de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), quienes explicaron que el contenido de fibra total depende del procesamiento térmico que se realice para la obtención de las harinas. Por otro lado, indicaron que este contenido podría generar beneficios a la salud por su influencia sobre los procesos de digestión y absorción de nutrientes, dada su capacidad hidrofílica (Gallego, 2003, García *et al.*, 2009). El contenido de cenizas de la harina de quinchoncho fue 2,9 g/100 g, el cual fue menor a los valores indicados para harinas de garbanzo (3,6 g/100 g), guisantes verde (3,6 g/100 g) y judías (4,2 g/100 g) (Iqbal *et al.*, 2006).

La solubilidad de la harina de quinchoncho fue 83,5%, registro indicativo de la fácil dispersión del material en agua, siendo esto atribuido a las fuerzas asociativas dentro de los gránulos de almidón presentes en la harina y a la presencia de polímeros de bajo peso molecular. El valor promedio de la capacidad de absorción de agua fue 4,7 g agua/g harina, similar al reportado por Torres y Guerra (2003) en una harina instantánea compuesta de quinchoncho y maíz precocido (5,1 g agua/g harina). Esta respuesta en la harina en estudio puede estar relacionada con el contenido de almidón, proteína y fibra dietaria, fracciones caracterizadas por tener la propiedad de presentar una alta capacidad de absorción de agua (Granito *et al.*, 2004; Sangronis *et al.*, 2004).

## CONCLUSIONES

La caracterización físico-química y propiedades funcionales de una harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) obtenida por secado en doble tambor rotatorio, permitió obtener un producto de alta solubilidad y capacidad de absorción de agua, además de poseer contenidos de almidón, proteína y fibra dietaria adecuados para formular alimentos nutritivos, instantáneos de fácil y rápida preparación.

## AGRADECIMIENTO

Al apoyo financiero otorgado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (proyectos PI-01.00.6809.2007 y PG-01.00.5994.2005). Al CIEPE por permitir trabajar en la planta piloto. Sr. García y TSU Gloria Bentancourt de Pinto por el apoyo incondicional en el Laboratorio de Bioquímica de los Alimentos, del Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía-UCV.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, EUA.
- Bou, L.; C. Vizcarrondo; A. Rincón; F. Padilla. 2006. Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. Arch. Latinoamer. Nutr. 56: 375-383
- Chau, C.; C. Cheung. 1997. Effect of various processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch of two chinese indigenous legume seeds. J. Agric. Food Chem. 45: 4773-4776.
- COVENIN. 1979. Alimentos. Determinación del pH. Norma N° 1315. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1981. Alimentos. Toma de muestra. Norma N° 1769. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.
- Dávila, M.; E. Sangronis; M. Granito. 2003. Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. Arch. Latinoamer. Nutr. 53: 348-354.
- Díaz, M.; C. Padilla; A. González; C. Mora. 2002. Producción y composición bromatológica de harinas de Vigna: forrajes, integrales y de granos. Agric. Técn. 62: 266-274.
- Drago, S.; R. González; L. Chel; M. Valencia. 2007. Evaluation of mineral availability in cowpea flour and in maize/cowpea extruded mixtures. Inform. Tecnol. 18: 41-46.
- Eastman, J.; C. Mopre. 1984. Cold water soluble granular starch for gelled food composition. U.S. Patent 4465702. EUA.
- Fernández, A.; A. Figueroa; A. Sandoval; F. Larrahonda; G. Rojas; M. Uroco. 1993. Desarrollo de snack de yuca. II Encuentro Regional de Ciencia y Tecnología FONACIT. Cali, Colombia. pp 37-41.
- Gallego, S. 2003. Fibra y prebióticos. Gastroenterol Hepatol. 26: 6-12.
- García, A.; E. Pacheco; J. Tovar; E. Pérez. 2007. Caracterización Físicoquímica y funcional de las harinas de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para sopas instantáneas. Cienc. Tecnol. Aliment. 5: 1-10.
- García, O.; R. Infante; C. Rivera. 2009. Las leguminosas, una fuente importante de fibra alimentaria: Una visión en Venezuela. Rev. INHRR. 40: 57-63.
- Granito, M.; A. Torres; M. Guerra. 2003. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijól. Interciencia 28: 372-376.
- Granito, M.; M. Guerra; A. Torres; J. Guinand. 2004. Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna sinensis*. Interciencia 29: 521-526.
- Granito, M.; J. Guinand; D. Pérez; S. Pérez. 2009. Valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. Interciencia 34:064-070.
- Guillon, F.; M. Champ. 2002. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. Br. J. Nutr. 88: 293-306.
- Holm, J.; I. Bjorck; A. Drews. 1986. A rapid method for the analysis of starch. Starch/Starke 38: 224-226.
- Indira, T.; S. Bhattacharya. 2006. Grinding characteristics of some legumes. J. Food Eng. 76: 113-118.
- Iqbal, A.; I. Khalil; N. Ateeq; M. Sayyar. 2006. Nutritional quality of important food legumes. Food Chem. 97: 331-335.
- León, A.; I. Angulo; M. Jaramillo, F. Requena; H. Calabrese. 1993. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. Zoot. Trop. 11: 151-170.
- Pacheco, E.; R. Pérez; M. Schnell. 2004. Evaluación nutricional y sensorial de polvos para bebidas a base de papaya, plátano verde y salvado de arroz. Índice glucémico. Interciencia 29: 46-51.
- Peréz, C.; D. Betancur; M. Casotto; A. Carmona; J. Tovar. 2007. Efecto de la extrusión sobre la biodisponibilidad de proteína y almidón en mezclas de harinas de maíz y frijól lima. Arch. Latinoamer. Nutr. 57: 278-286.
- Reyes, C.; J. Milán; O. Rauzand; J. Garzón; R. Mora. 2002. Descascarillado /suavización/extrusión (DSE): alternativa tecnológica para mejorar la calidad nutricional del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Agrociencia 36: 181-189.
- Rodríguez, E.; A. Fernández; A. Lisimaco; B. Ospina, 2006. Reología de suspensiones preparadas con harina precocida de yuca. Rev. Ing. Des. 19: 17-30.
- Sangronis, E.; C. Machado; R. Cava. 2004. Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Caján cajan*) germinadas. Interciencia 29: 80-85.
- Serrano, J.; I. Goñi. 2004. Papel del frijól negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. Arch. Latinoamer. Nutr. 54: 36-44.
- Testo, P. 2007. Determinación de agua en alimentos por medición de actividad acuosa ( $a_w$ ). Tecnol. Láctea Latinoamer. 48: 22-24.
- Torres, A. 2001. Estudio comparativo de harinas de caraota blanca y quinchoncho con y sin cáscara y su incorporación en mezclas para elaborar un producto de consumo masivo. Trabajo de ascenso. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

- Torres, A.; M. Guerra. 2003. Sustitución parcial de harina de maíz precocida con harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) para la elaboración de arepas. *Interciencia* 28: 660-664.
- Vargas, A.; P. Osorio; E. Agama; L. Morales; L. Bello. 2006. Digestibilidad del almidón en diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Interciencia* 31: 881-884.
- Vega, A.; E. Aravena; R. Mondaca. 2006. Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 26: 821-827.
- Wang, J.; J. Kinsella. 1976. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41: 286-291.