

PROPIEDADES FUNCIONALES DE HARINAS ALTAS EN FIBRA DIETÉTICA OBTENIDAS DE PIÑA, GUAYABA Y GUANÁBANA

Alejandra Ramírez y Emperatriz Pacheco de Delahaye (†)

RESUMEN

Se compararon las propiedades funcionales de las harinas de altos contenidos de fibra (13,65-65,64%) obtenidas de guanábana, guayaba y piña deshidratadas, con una fibra comercial (Vitacel®) para evaluar su potencial uso en alimentos. La absorción de agua en las harinas (457-525%) fue superior que en el producto comercial (425%); no obstante, la capacidad de absorción de aceite de las harinas (156-195%) fue menor en relación al Vitacel® (286%). Las harinas de guanábana y guayaba presentaron propiedades emulsificantes, siendo mayores en agua que en NaCl 1M. La harina de guayaba, dada sus propiedades

funcionales, puede ser utilizada como saborizante en productos tales como el yogurt firme; la harina de piña, por sus propiedades de hidratación y aroma, puede ser recomendada en la elaboración de galletas; mientras que la harina de guanábana, por las propiedades emulsificantes y su agradable aroma y sabor, pudiera ser utilizada en la formulación de helados. Las propiedades funcionales y el alto contenido de fibra que presentan estas harinas permiten su uso como ingrediente en la elaboración de postres.

Introducción

Propiedades funcionales son ciertas características fisicoquímicas de algunos componentes del alimento que influyen de un modo específico sobre su apariencia y comportamiento. Por ejemplo, son propiedades funcionales la hidratación, el espumado, la emulsificación, la gelificación y otras, características que generalmente han estado asociadas a la proteína presente en el alimento (Badui, 1999), pero que hoy en día también lo son a la presencia de fibra dietética (Chau y Huang, 2003, 2004; Wong y Cheung, 2005; Yoshimoto *et al.*, 2005; Raghavendra *et al.*, 2006).

Las frutas son fuentes de fibra dietética, como lo señala el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y del Comercio de Chile (Pak, 2001), en un estudio llevado a cabo en 38 frutas diferentes. Igualmente,

Ramulu y Udayasekhara (2003) encontraron elevados contenidos de fibra en algunas frutas tropicales como la piña (20%), guanábana (23,61%) y guayaba (45,22%). Con respecto a esta última fruta, Jiménez-Escrig *et al.* (2001) no solamente indican que es una buena fuente de fibra (49,42 ± 2,25%), sino que además la consideran como antioxidante, debido al contenido de polifenoles extraíbles asociados a la matriz de los componentes de la fibra de esta fruta.

Algunos subproductos del procesamiento industrial de frutas han sido clasificados como fuentes de fibra. En cáscara de piña se ha encontrado valores de fibra dietética de 70,6%, asociada a un elevado contenido de miricetina, principal polifenol identificado y que puede ser el responsable de la actividad antioxidante encontrada en este subproducto (Larrauri *et*

al., 1997). Del orujo de uva se ha obtenido un polvo de fibra, bajo la denominación de Vitis Fiber, rico en fibra dietética (64,6 ± 0,5%), calificado como antioxidante por la presencia de procianidinas, flavonoides y ácidos fenólicos (Saura-Calixto, 1998). Harinas obtenidas de las cáscaras de naranja, mandarina y toronja, también son una importante fuente de fibra dietética (49,78; 52,89 y 48,09%, respectivamente) con altos contenidos de compuestos polifenólicos y carotenoides (Rincón *et al.*, 2005).

Se ha confirmado que la fibra dietética presente en las frutas y vegetales tiene efectos positivos importantes en la salud en virtud de sus propiedades. Numerosos estudios de los últimos años revelan que muchas de las enfermedades importantes en salud pública, incluyendo obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2, pueden

ser prevenidas y tratadas por el incremento en las cantidades y variedad de fibra que contienen los alimentos en la dieta (Roberfroid y Delzenne, 1998; Descalzo, 1999; Van der Heuvel *et al.*, 1999, 2000; Scholz-Ahrens *et al.*, 2001; Griffin *et al.*, 2002; Tahiri *et al.*, 2003; Slavin, 2003). Nawirska (2005) señala que la fibra dietética no solo incluye una variedad de compuestos estructurales de la pared celular tales como la pectina, hemicelulosa, celulosa y lignina, sino que además incluye algunos compuestos no estructurales como gomas y mucílagos, así como también aditivos industriales (celulosa modificada, gomas comerciales y polisacáridos de algas).

En virtud del potencial terapéutico de la fibra dietética, están siendo desarrollados productos alimenticios con una mayor incorporación de fibra (Abdul-Hamid y Luan,

PALABRAS CLAVE / Fibra Dietética / Guanábana / Guayaba / Harina / Piña / Propiedades Funcionales /

Recibido: 25/09/2008. Modificado: 06/04/2009. Aceptado 07/04/2009.

Alejandra Ramírez. Ingeniera Agrónoma, Universidad Central de Venezuela (UCV), M.Sc. y Doctora en Ciencias y Tecnología de Alimentos, UCV, Venezuela. Profesora, UCV,

Venezuela. Dirección: Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, UCV. 2102, Maracay, Edo. Aragua Venezuela. e-mail: ramirezucv@hotmail.com

Emperatriz Pacheco de Delahaye (†). Bióloga, UCV, Venezuela. MSc. en Alimentos y Nutrición, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Dra. en Ciencia de los Alimentos, Uni-

versité de Paris, Francia. Profesora, UCV, Venezuela.

FUNCTIONAL PROPERTIES OF STARCHES WITH HIGH DIETETIC FIBER CONTENT OBTAINED FROM PINEAPPLE, GUAVA AND SOURSOP

Alejandra Ramírez and Emperatriz Pacheco de Delahaye (†)

SUMMARY

The functional properties of dehydrated soursop, guava and pineapple high fiber content (13.65-65.64%) flours were compared with a commercial fiber (Vitacel®) to assess their potential use in foods. The water absorption of fruit flours (457-525%) was higher than in the commercial product (425%) but the oil absorption was lower (156-195%) than Vitacel® (286%). Guava and soursop flours presented properties of emulsifiers, being greater in water than in NaCl IM. The guava flour, given

its functional properties, can be used as a flavoring agent in various products such as firm yogurt; the pineapple flour, for its hydration properties and flavor, can be recommended in the preparation of crackers; and soursop flour, due to its emulsifier properties and pleasant flavor, could be used in making ice cream. The functional properties and the high fiber content of these flours permit their use as ingredients in desserts.

PROPIEDADES FUNCIONAIS DE FARINHAS ALTAS EM FIBRA DIETÉTICA OBTIDAS DE ABACAXI, GOIABA E GRAVIOLA

Alejandra Ramírez e Emperatriz Pacheco de Delahaye (†)

RESUMO

Compararam-se as propriedades funcionais das farinhas de altos conteúdos de fibra (13,65-65,64%) obtidas de graviola, goiaba e abacaxi desidratadas, com uma fibra comercial (Vitacel®) para avaliar seu potencial de uso em alimentos. A absorção de água nas farinhas (457-525%) foi superior ao do produto comercial (425%); no entanto, a capacidade de absorção de óleo das farinhas (156-195%) foi menor em relação ao Vitacel® (286%). As farinhas de graviola e goiaba apresentaram propriedades emulsificantes, sendo maiores em água que em NaCl IM. A farinha de goiaba, por suas propriedades funcionais, pode ser

utilizada como saborizante em produtos tais como o yogurt firme; a farinha de abacaxi, por suas propriedades de hidratação e aroma, pode ser recomendada na elaboração de biscoitos; enquanto que a farinha de graviola, pelas propriedades emulsificantes e seu agradável aroma e sabor, poderia ser utilizada na formulação de sorvetes. As propriedades funcionais e o alto conteúdo de fibra que apresentam estas farinhas permitem seu uso como ingrediente na elaboração de sobremesas.

2000; Villarroel *et al.*, 2003; Pacheco *et al.*, 2005).

Las propiedades de hidratación de la fibra dietética se refieren a su habilidad de retener agua dentro de su matriz, propiedades que dependen en gran medida de la naturaleza fisicoquímica de los constituyentes de la fibra. Están determinadas fundamentalmente por su contenido en pectinas, gomas, mucílagos y hemicelulosas solubles, mientras que la celulosa, hemicelulosa insoluble, lignina y otros componentes relacionados con la fibra tienen una influencia limitada sobre estas propiedades (Figuerola *et al.*, 2005). Por tal razón, los alimentos ricos en fibra soluble como frutas y verduras presentan mayor capacidad de hidratación que los cereales. Estas propiedades de hidratación de la fibra dietética determinan el nivel óptimo de uso en los alimentos debido a la textura que se desea

obtener (Raghavendra *et al.*, 2006). Las propiedades de hidratación de un ingrediente rico en fibra son cruciales para su aplicación satisfactoria en alimentos que serán sometidos a stress físico, como sucede, por ejemplo, en la extrusión de cereales (Wong y Cheung, 2005).

La actividad emulsificante y la estabilidad de la emulsión son también importantes índices para medir la funcionalidad de un componente alimenticio y su uso potencial. No obstante, en las fibras estas propiedades han sido poco estudiadas, como se refleja en las escasas referencias bibliográficas disponibles.

Al respecto, Abdul-Hamid y Luan (2000) encontraron que la capacidad emulsificante de la fibra extraída del salvado de arroz fue mayor (14,43%) a la de una fibra comercial Fibrex (extraída de remolacha; 3,5%); sin embar-

go, ninguna de estas fibras podrían ser utilizadas como emulsificantes ya que mostraron un índice de estabilidad de emulsión <50%. Por el contrario, El-Adawy y Taha (2001), estudiando las propiedades emulsificantes de las harinas de la almendra de semillas de melón y calabaza, y semillas de pimentón, sugieren el uso de las harinas de la almendra de las semillas mencionadas en salchichas u otros productos cárnicos, debido a que los valores de actividad emulsificante fueron 60 y 59,2%, respectivamente.

Las fibras solubles como pectinas, gomas y β glucanos son capaces de formar soluciones altamente viscosas, por lo cual pueden ser usados como agentes espesantes en la tecnología de alimentos (Dongowski *et al.*, 2005). En un estudio realizado en las fibras solubles e insoluble extraída de raíces de achicoria (*Cynara scolymus* L.) se reporta

que estas fibras presentan una viscosidad muy baja (1,035 y 1,292 cps, respectivamente), en comparación a la goma guar, con 210,56 cps (López *et al.*, 1996).

En el presente trabajo se fijaron como objetivos evaluar el contenido de fibra dietética y las propiedades funcionales de las harinas de las frutas de piñas, guayaba y guanábana, para diversificar el uso de estas frutas en alimentos de consumo masivo.

Materiales y Métodos

Lotes de 5kg de piña (*Ananas comosus* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), y guanábana (*Annona muricata* L.) fueron adquiridos en el mercado de la ciudad de Maracay, Venezuela. Fueron procesadas en la planta piloto de jugos de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela, donde se seleccionaron, la-

varon, cortaron y secaron en una estufa con aire forzado a 80°C por 4h. Posteriormente fueron molidas, en un molino Standard Mod.3 Wiley Mill con tamiz de 0,5mm, empacadas y conservadas bajo congelación.

Fibra dietética total, soluble e insoluble

Se determinó las cantidades de fibra dietética total, soluble e insoluble por el método enzimático gravimétrico descrito en AOAC (1990). Las enzimas empleadas fueron α -amilasa termoestable, amiloglucosidasa y proteasas de la marca Sigma.

Propiedades funcionales

A las harinas de las frutas deshidratadas y al Vitacel®, fibra comercial con 97% de fibra extraída de trigo, compuesta de celulosa y hemicelulosa y tomada como patrón de comparación, les fueron determinadas las siguientes propiedades funcionales:

Absorción de agua. Se aplicó el método de Wang y Kinshell (1976), midiendo la cantidad de agua que permanece unida a la muestra hidratada luego de aplicar una fuerza externa (centrifugación). Se calculó el agua absorbida por diferencia y se expresó (%) como el cociente agua absorbida / peso de muestra \times 100.

Absorción de grasa. Ésta fue determinada por el protocolo reportado por Dench *et al.* (1981). Para ello se midió la cantidad de aceite que permanece unida a la muestra luego de aplicar una fuerza externa (centrifugación). Se calculó el aceite absorbido por diferencia y se expresó como el cociente aceite absorbido / peso de muestra \times 100.

Actividad de la emulsión. Fue obtenida por el método de Dench *et al.* (1981), que se fundamenta en determinar la cantidad de emulsión formada por la muestra en presencia de aceite, luego de aplicar fuerza externa a la mezcla

(centrifugación). La actividad de emulsión fue calculada por la expresión

$$\text{Actividad emulsificante (\%)} = \frac{\text{Volumen de la capa emulsificada (ml)}}{\text{Volumen del contenido total del tubo (ml)}} \times 100$$

Estabilidad de la emulsión. Se repitió el procedimiento utilizado para medir la actividad de la emulsión, excepto que antes de la centrifugación se calentó la emulsión a 80°C por 30min y luego se enfrió con hielo durante 15min. Se expresan los resultados como

$$\text{Capacidad emulsificante (\%)} = \frac{\text{Volumen de la capa emulsificada (ml)}}{\text{Volumen del contenido total del tubo (ml)}} \times 100$$

Viscosidad. Esta propiedad se determinó mediante la metodología aplicada por López *et al.* (1996), para lo cual se prepararon soluciones acuosas de las harinas al 4% (p/v) y se utilizó un viscosímetro rotacional de Brookfield mod. LVT con aguja 4 y velocidad de rotación de 30rpm.

Efecto del NaCl sobre las propiedades emulsificantes

El efecto se estudió mediante la metodología ya descrita para evaluar la actividad y estabilidad de la emulsión en las harinas de frutas y en Vitacel®, pero utilizando una solución 1M de NaCl.

Efecto del pH en las propiedades emulsificantes

Se determinó, siguiendo la metodología ya descrita para evaluar la actividad y estabilidad de la emulsión en las harinas, a pH de 5, 7 y 8,2 según el método de Sze-Tao y Sathe (2000).

Análisis estadísticos

Se aplicó un análisis de varianza en función de los tratamientos empleados, que fueron las harinas de guanábana, guayaba y piña secadas a 80°C y la fibra

comercial (Vitacel®), en un diseño completamente aleatorizado, con la finalidad de

determinar la existencia de diferencias significativas en las variables físicas y químicas y en las propiedades funcionales estudiadas; además se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0,05\%$). Los datos se procesaron con el programa STATISTIX 7.

movimientos intestinales. Por su parte, la fibra soluble ha estado asociada a favorecer la disminución de la absorción y aprovechamiento de la glucosa, colesterol y triglicéridos en el aparato digestivo, reduciendo así el riesgo de padecer enfermedades del corazón y diabetes (Manrique y Lajolo, 2001; Cabré, 2004).

La relación de fibra insoluble/soluble (FI/FS) es superior a uno y similar entre las harinas de las frutas estudiadas. En polvo de lechosa (Pacheco *et al.*, 2004) y en fibra

TABLA I
CONTENIDO DE FIBRA INSOLUBLE, SOLUBLE Y TOTAL EN HARINAS DE PIÑA, GUAYABA Y GUANÁBANA

Muestras	Fibra insoluble*	Fibra soluble*	Fibra total*	FI/FS
Piña	11,57 \pm 0,03 c	2,08 \pm 0,04 b	13,65 \pm 0,06 c	6:1
Guayaba	54,65 \pm 0,54 a	10,99 \pm 0,06 a	65,64 \pm 0,48 a	5:1
Guanábana	40,43 \pm 0,00 b	8,91 \pm 0,66 a	49,34 \pm 0,66 b	5:1

*Base seca: g/100g. FI/FS: relación fibra insoluble/fibra soluble. Letras distintas en columnas denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Resultados y Discusión

Fibra insoluble, soluble y total

Los resultados de los contenidos de fibra insoluble, soluble y total de las harinas deshidratadas de piña, guayaba y guanábana se muestran en la Tabla I, donde se observan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre las harinas de las frutas con relación a las variables antes mencionadas. Destaca la harina de guayaba por presentar los contenidos más elevados de fibra dietética soluble e insoluble. Todas las harinas de las frutas presentaron mayor cantidad de fibra insoluble, que es la forma más común de encontrar la fibra dietética (Gorisntein *et al.*, 2001) y se relaciona con algunos efectos beneficiosos a la salud, por su potencial de reducción del riesgo del cáncer de colon y recto al aumentar el volumen de las heces y su velocidad de eliminación, ya que mejora los

de mango (Vergara-Valencia *et al.*, 2006), se ha reportado una relación cercana a uno, lo cual significa que existe un balance adecuado de estas fibras. Pak (2001) plantea que la relación FI/FS en frutas ayuda a su selección para la utilización en la prevención o tratamiento dietético de determinadas patologías y en este orden de ideas se recomienda la ingesta de fibra dietética con una relación FI/FS de 3:1 o menor (Pak, 1996). Las harinas aquí estudiadas difieren de esta recomendación nutricional.

Aunque los cereales tales como trigo (14,90%), avena (11,51%), maíz (13,09%) y sorgo (11,45%; Picolli y Santorio, 2005) y las leguminosas como soya (25,13%; Lin y Lai, 2006) arveja amarilla (*Pisum sativum*; 12,7%), frijol blanco (*Phaseolus vulgaris*; 18,2%) y lenteja (*Lens esculenta*; 15,5%; Pak, 2001) han sido tradicionalmente considerados como principales fuentes de fibra dietética, las harinas de frutas estu-

diadas pueden ser también apreciadas como una buena fuente de fibra dietética (13,65-65,64%), como lo serían igualmente el polvo de lechosa (*Carica papaya*; 13,07%; Pacheco *et al.*, 2004), la fibra de mango (28,05%; Vergara *et al.*, 2006) y la harina de coco (60,9%; Trinidad *et al.*, 2006).

Propiedades funcionales

Las propiedades funcionales de las harinas deshidratadas de frutas y del Vitacel® se muestran en la Tabla II. La absorción de agua de la harina de guayaba (525%) superó al resto de las harinas y al Vitacel®, que presentó el menor valor (425%). Los valores de absorción de agua de estas harinas de frutas son superiores a los encontrados por Abdul-Hamid (2000) en fibra extraída del salvado de arroz (48,9%) y la fibra comercial Fibrex (45,6%), así como los de las harinas de frutas de plátano verde (125%), pintón (85%) y maduro (67%; Giami y Alu, 1994); harina de pulpa (80%) y semillas (135%) de *Aki* (*Bilphia sapida*; Akintayo *et al.*, 2002), a las cascarrillas de maíz (317%), trigo (291%), soya (142%) y la harina de col (318%; Zaragoza *et al.*, 2001). Sin embargo, las harinas en estudio mostraron valores menores de absorción de agua en comparación a otras fuentes de fibra dietética tales como el bagazo de zanahoria (636%), de remolacha (604%) y harina de nopal (575%; Zaragoza *et al.*, 2001), fibras de cáscara de naranja (1550-1670%; Chau y Huang, 2003), de mango (1011%; Vergara *et al.*, 2006), de manzana (450%), guisantes (350%), trigo (310%), zanahoria (380%), remolacha (1010%) y coco (711%; Raghavendra *et al.*, 2006).

Una buena absorción de agua, mayor a 300%, puede favorecer la textura de los productos de panadería (Pacheco y Rivas, 1992), por lo cual estas harinas de frutas

TABLA II
PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS HARINAS DE FRUTAS
Y EL VITACEL®*

	Piña	Guayaba	Guanábana	Vitacel®
Absorción de agua (%)	458 b	525 a	457 b	425 c
Absorción de aceite (%)	156 d	195 b	181 c	286 a
Actividad de la emulsión (%)	1,0 c	51,0 a	20,0 b	0,0 c
Estabilidad de la emulsión (%)	0,0 c	44,5 a	19,0 b	0,0 c
Viscosidad (cps)	100 b	200 a	100 b	200 a

*Fibra comercial. Letras distintas en las filas denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$)

pudieran utilizarse para enriquecer mezclas de harinas para elaborar galletas y panes, en sustitución del Vitacel® u otra fibra comercial.

En relación a la absorción de aceite, Vitacel® superó (286%) a todas las harinas en estudio (156-195%), al contrario de lo determinado por Abdul-Hamid y Luan (2000), quienes encontraron una mayor capacidad de absorción de aceite en fibra dietética del salvado de arroz (454%) que el Fibrex (129%). Con respecto a otras fibras dietéticas, los valores de absorción de aceite de estas harinas de frutas son similares a los reportados en fibra de mango (92-138%; Vergara-Valencia *et al.*, 2006), y de manzana (130%), guisantes (100%), trigo (130%) y zanahoria (100%; Raghavendra *et al.*, 2006). Sin embargo, son inferiores a los de la fibra de cáscara de naranja (235-509%; Chau y Huang, 2003), a las fibras de semillas de parchita (221-356%; Chau y Huang, 2004) y a las fibras de remolacha (510%) y coco (480%; Raghavendra *et al.*, 2006). La harina de guayaba fue la que presentó los valores más altos de absorción de aceite, seguida de la guanábana y, por último, la piña. De acuerdo a Villarroya *et al.* (2003), la capacidad de absorción de aceite en la fibra dietética esta relacionada con la composición química, así como al tamaño y área superficial de las partículas de fibra, y se ha determinado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de aceite o moléculas orgánicas que las solubles, tanto por su contenido de lignina como por

su mayor tamaño de partícula. Prakongpan *et al.* (2002) evaluaron esta propiedad en diferentes fibras extraídas del corazón de la piña, indicando que la fibra dietética extraída presentó una mayor capacidad de absorción de aceite que la celulosa extraída de piña, indistintamente del tamaño de partícula. La absorción de aceite es importante en la tecnología de alimentos, en productos congelados precocidos listos para freír, en galletas y en algunos platos a base de cereal, por lo cual se puede sugerir el uso de las harinas de frutas en este tipo de productos.

En los resultados de la actividad de la emulsión se aprecia que el Vitacel® y la harina de piña no formaron emulsión, mientras que sí lo hicieron las harinas de guanábana y guayaba. En esta última se obtuvo el mayor valor (51%). La capacidad de formar emulsiones depende del balance de los grupos hidrofílicos y lipofílicos presentes en los componentes de la fibra (Khalid *et al.*, 2003). Igualmente, en otras fibras comerciales como el Fibrex (3,5%) se han reportado valores bajos de actividad emulsificante (Abdul-Hamid, 2000). Los valores de actividad de la emulsión obtenidos en las harinas de frutas estudiadas son inferiores a los reportados en harinas de leguminosas (Venkatesh y Prakash, 1993; Bhattacharya *et al.*, 1994; Chau y Cheung, 1998; Ahenkora *et al.*, 1999), por lo cual no se recomienda su uso en productos donde se requiera la formación de una buena emulsión, tales como salsas, cremas, análogos de grasa.

La harina de guayaba formó emulsiones más estables. Esto quizás puede ser debido a un incremento de los grupos hidrofóbicos de las partículas de fibra presentes en esta harina debido al secado, los cuales aumentan la adsorción superficial formando una película interfacial cohesiva entre el aceite y el agua (Mahmoud, 1994).

Es decir, el secado afectó de manera diferente a las harinas antes mencionadas. Al igual que la actividad de la emulsión, los valores de estabilidad obtenidos en estas harinas de frutas estudiadas, se encuentran muy por debajo de la bibliografía revisada en otras harinas de leguminosas (Venkatesh y Prakash, 1993; Bhattacharya *et al.*, 1994; Chau y Cheung, 1998) y en harinas de semillas de melón, calabaza y pimentón (El-Adawy y Taha, 2001).

En cuanto a la viscosidad de las harinas de las frutas y el Vitacel®, se aprecia que existen diferencias estadísticamente significativas en esta propiedad, presentando la harina de guayaba y el producto comercial la mayor viscosidad, seguidos de las harinas de piña y guanábana. Los resultados obtenidos son más altos que los reportados por Prakongpan *et al.* (2002) en suspensiones de fibra dietética (14,5 cps) y celulosa (17,5 cps) extraídos del corazón de piña, y que los encontrados por López *et al.* (1996) en suspensiones de fibra soluble (1,29 cps) e insoluble (1,05 cps) extraídas de achicoria. No obstante, son inferiores al encontrado por Svanberg *et al.* (1997) en suspensiones de fibra soluble extraída de la zanahoria (1700 cps). La harina de guayaba y el Vitacel® presentan valores similares (200 cps) a la de goma guar (210,6 cps) reportada por López *et al.* (1996). La diferencia encontrada en los valores de viscosidad de las fibras y harinas estudiadas pudiera ser debida al tamaño de las partículas a la cual se

prepararon las suspensiones. En este sentido, las suspensiones de fibra dietética y celulosa extraída del corazón de piña (Prakongpan *et al.*, 2002) y de fibra soluble, insoluble y harina de achicoria (López *et al.*, 1996) fueron preparadas al 2% (p/v), mientras que las suspensiones de fibra soluble extraída de la zanahoria (Svanberg *et al.*, 1997) y las suspensiones de las harinas de frutas y Vitacel® en presente estudio fueron al 4% (p/v), presentando quizás por ello una mayor viscosidad. La viscosidad que imparte la fibra dietética es una propiedad importante en la tecnología de alimentos y es asociada a las fibras solubles (pectinas, hemicelulosas, gomas), las cuales pueden ser usadas como agentes espesantes (Dongowski *et al.*, 2005). En este estudio la harina de guayaba y el Vitacel® presentaron una mayor viscosidad, quizás por tener un mayor contenido de fibra soluble, y en el caso de la harina de guayaba pudiera deberse al contenido de pectina que caracteriza a esta fruta (Chan, 1993).

Efecto del NaCl y pH en las propiedades emulsificantes

En las Figuras 1 y 2, se observa el efecto del pH y del NaCl 1M sobre la actividad de la emulsión de las harinas deshidratadas de frutas y el Vitacel®. Del análisis estadístico se desprende la existencia de diferencias estadísticamente sig-

nificativas entre las harinas de guayaba y guanábana, con relación a la harina de piña y al Vitacel®, teniendo la harina de piña un comporta-

miento similar a esta fibra comercial. Tanto el pH como el NaCl 1M afectaron esta propiedad. Las harinas de guayaba y guanábana, mos-

traron los valores mayores de actividad de emulsión en agua a valores de pH ≥ 7 , disminuyendo esta propiedad a pH 5. En NaCl 1M la actividad de la emulsión fue menor, con tendencia a disminuir al incrementarse el pH. Estos resultados son contrarios a los encontrados en algunas harinas de leguminosas y oleaginosas, donde se ha reportado un incremento de la actividad de la emulsión por la adición de NaCl 1M (Venkatesh y Prakash, 1993; Khalid *et al.*, 2003). Esto conduce a establecer que en las harinas estudiadas hubo un efecto negativo de NaCl en la formación de emulsiones. Debido a que el NaCl es un ingrediente ampliamente utilizado en las formulaciones alimenticias, se sugiere el uso de estas harinas en productos dulces pero no en salados.

En las Figuras 3 y 4 se aprecian el efecto del pH y del NaCl 1M sobre la estabilidad de la emulsión de las harinas de frutas y Vitacel®. Estadísticamente hubo diferencias significativas en esta propiedad entre producto comercial y las harinas de guayaba y guanábana, pero no con la harina de piña. Los resultados ratifican que las harinas de piñas y el Vitacel® no tienen propiedades emulsificantes. Las emulsiones formadas en agua por las harinas de guayaba y guanábana fueron más estables a valores de pH ≥ 7 . En las harinas estudiadas pareciera que los pHs alcalinos favorecen la exposición de grupos hidrófobos presentes en la matriz de estas harinas, coadyuvando a incrementar la estabilidad de las emulsiones.

En conclusión, los altos contenidos de fibra dietética total (13,65-65,64%) en las harinas de las frutas estudiadas les confiere algunas propiedades funcionales importantes en la tecnología de alimentos, tales como elevados valores de absorción de agua (457-525%). Destaca la harina de guayaba con las mejores propiedades funcionales que le confieren un mayor potencial de uso en la industria de alimentos, por ejemplo en la elaboración de productos tipo postres como pudines, bebidas instantáneas, yogurt y helados.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a Gloria B. de Pinto la colaboración prestada. Este trabajo fue financiado por el CDCH-UCV a través del proyecto N° PG 01-00-5644-2004.

REFERENCIAS

Abdul-Hamid A, Luan Y (2000) Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chem.* 68: 15-19.
 Ahenkora K, Dadzie M, Osei-Bonsu P (1999) Composition and functional properties of raw and heat processed velvet bean (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var utilis) flours. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34: 131-135.

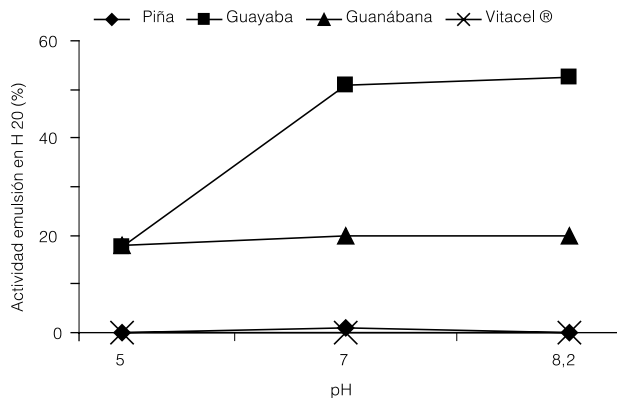


Figura 1. Actividad de emulsión de las harinas de frutas y una fibra comercial en agua.

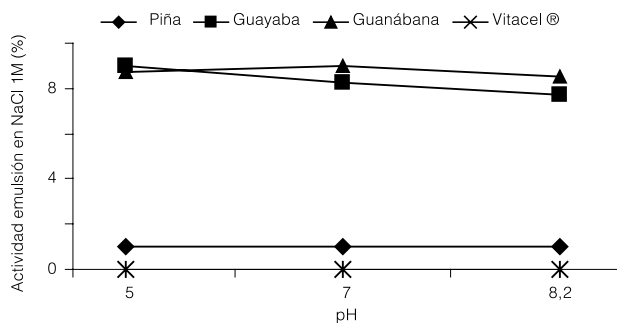


Figura 2. Actividad de emulsión de las harinas de frutas y una fibra comercial en NaCl 1M.

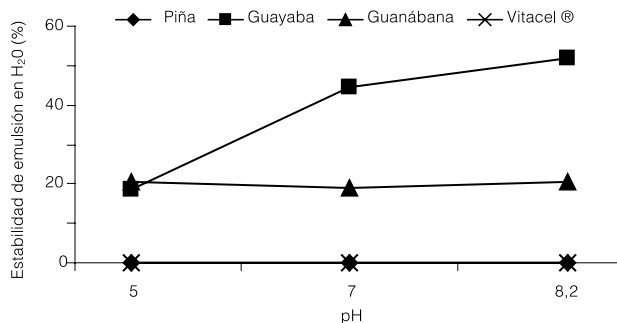


Figura 3. Estabilidad de emulsión de las harinas de frutas y una fibra comercial en agua.

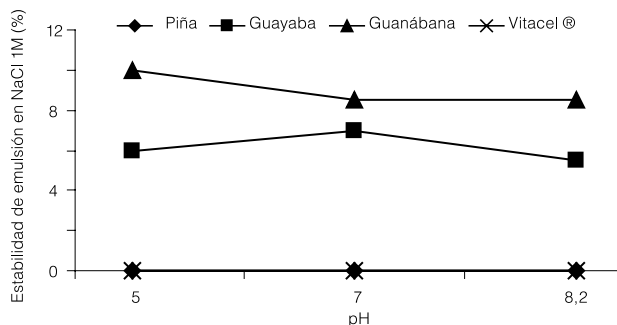


Figura 4. Estabilidad de emulsión de las harinas de frutas y una fibra comercial en NaCl 1M.

- Akintayo E, Abedago E, Arongundade L (2002) Chemical composition, physicochemical and functional properties of akee (*Bilphia sapida*) pulp and seed flours. *Food Chem.* 77: 333-336
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Agricultural Chemist. Washington DC, EEUU. 1298 pp.
- Badui S (1999) *Química de los Alimentos*. Longman / Alhambra. México. 648 pp.
- Bhattacharya S, Bal S, Mukherjee R (1994) Functional and nutritional properties of tamarind (*Tamarindus indica*) kernel protein. *Food chemistry* 49: 1-9.
- Cabré E (2004) Fibre supplementation of General formula diets: A look to the evidence. *Clin. Nutr. Suppl.* 1: 63-71.
- Chan H (1993) Passion fruit, papaya and guava juice. En Nagy S, Chin SC, Shaw PE (Eds.) *Fruit Juice Processing Technology*. AGScience. FL, EEUU. pp. 334-377.
- Chau C, Cheung P (1998) Functional properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds. *Food Chem.* 61: 429-433.
- Chau C, Huang Y (2003) Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. cv. Liu Cheng. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2615-2618
- Chau C, Huang Y (2004) Characterization of passion fruit seed fibres a potential fibre source. *Food Chem.* 85: 189-194.
- Dench J, Rivas N, Caygill J (1981) Selected functional properties of sesame *Sesame indicum* L. flour and two proteins isolates. *J. Sci. Food Agric.* 32: 557.
- Descalzo M (1999) Fibras vegetales. Aspectos nutricionales y ventajas tecnológicas. *La Alimentación Latinoamericana*. 229: 46-47.
- Dongowski G, Drzikova B, Senge B, Blochwitz R, Gebhardt E, Habel A (2005) Rheological behaviour of β -glucan preparations from oat products. *Food Chem.* 93: 279-291.
- El-Adawy T, Taha K (2001) Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chem.* 74: 47-54
- Figuerola F, Hurtado M, Estévez A, Chifelle I, Asenjo F (2005) Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chem.* 91: 395-401.
- Giami Y, Alu D (1994) Changes in composition and certain functional properties of ripening plantain (*Musa* spp., AAB group) pulp. *Food Chem.* 50: 137-140.
- Gorinstein S, Zachwieja Z, Folta M, Barton H, Piotrowicz J, Zenser M, Weisz M, Trakhtenberg S, Martín-Belloso O (2001) Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apple. *J. Food Chem.* 49: 952-957.
- Griffin J, Davila P, Abrams S (2002) Non-digestible oligosaccharides and calcium absorption in girls with adequate calcium intakes. *Br. J. Nutr.* 87(S2): S187-S191.
- Jiménez-Escrig A, Rincón M, Pulido R, Saura-Calixto F (2001) Guava fruit (*Psidium guava* L) as a new source of antioxidant dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.* 49: 5489-5493.
- Khalid E, Babiker E, El Tiany E (2003) Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. *Food Chem.* 82: 361-366.
- Larrauri J, Rupérez P, Saura C (1997) Pineapple shell as a source of dietary fiber with associated polyphenols. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4028-4031.
- Lin P, Lai H (2006) Bioactive compound in legumes and their germinated products. *J. Agric. Food Chem.* 54: 3807-3814.
- López G, Ros G, Rincón F, Perriago M, Martínez M, Ortuño J (1996) Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2773-2778.
- Mahmoud M (1994) Physicochemical and functional properties of proteins hydrolysates in nutrition products. *Food Technol.* 48: 89-95.
- Manrique G, Lajolo F (2001) Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: Modificaciones en los componentes de la fibra soluble. En *Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud: Obtención, Caracterización, Efecto Fisiológico y Aplicaciones en Alimentos*. Cap. 22. Varela. São Paulo, Brasil. pp. 283-296.
- Nawirska A (2005) Binding of heavy metals to pomace fibers. *Food Chem.* 90: 395-400.
- Pacheco E, Rivas N (1992) Efecto de la hidrólisis con tripsina y pepsina sobre las propiedades funcionales de la harina de ajonjolí. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. 18: 107-117.
- Pacheco E, Pérez R, Schnell M (2004) Evaluación nutricional y sensorial de polvos para bebidas a base de papaya, plátano verde y salvado de arroz. *Índice glucémico. Interciencia.* 29: 46-72.
- Pacheco E, Jiménez P, Pérez E (2005) Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. *J. Food Eng.* 68: 1-7.
- Pak N (1996) Fibra dietética. En *Nutrición y Salud*. Universidad de Chile. pp. 119-128.
- Pak N (2001) Fibra dietética en alimentos chilenos. En *Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud: Obtención, Caracterización, Efecto Fisiológico y Aplicaciones en Alimentos*. Cap. 12. Varela. São Paulo, Brasil. pp. 179-185.
- Piccoli L, Santorio M (2005) Total, insoluble and soluble dietary fiber values measured by enzymatic-gravimetric method in cereal grains. *J. Food Comp. Anal.* 18: 113-120.
- Prakongpan T, Nitithamyong A, Luangpituska P (2002) Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. *J. Food Sci.* 67: 1308-1313.
- Raghavendra S, Ramachandra S, Rastogi N, Raghavarao K, Kumar S, Tharanathan R, (2006) Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. *J. Food Eng.* 72: 281-286.
- Ramulu P, Udayasekhara P (2003) Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *J. Food Comp. Anal.* 16: 677-685.
- Rincón A, Vásquez A, Padilla (2005) Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulada*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Arch. Latinoam. Nutr.* 55: 305-310.
- Roberfroid M, Delzenne N (1998) Dietary fructans. *Annu. Rev. Nutr.* 18: 117-143.
- Saura C (1998) Antioxidant dietary fiber product: A new concept and a potential food ingredient. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4303-4306.
- Scholz-Ahrens K, Schaafsma G, Van den Heuvel E, Schrezenmeier J (2001) Effects of prebiotics on mineral metabolism. *Amer. J. Clin. Nutr.* 73: 459S-464S.
- Slavin J (2003) Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. *J. Food Comp. Anal.* 16: 287-291.
- Svanberg S, Suortti T, Nyman M (1997) Physicochemical changes in dietary fiber of green beans after repeated microwave treatments. *J. Food Sci.* 62: 1006-1010.
- Sze-Tao K, Sathe S (2000) Functional properties and in vitro digestibility of almond (*Prunus dulcis* L.) protein isolate. *Food Chem.* 69: 153-160.
- Tahiri M, Tressol J, Arnaud J, Bornet F, Bouteloup C, Feillet C, Brandolom M, Ducros V, Pepin D, Brouns F, Roussel A, Rayssignier Y, Coudray C (2003) Effect of short-chain fructooligosaccharides on intestinal calcium absorption and calcium status in postmenopausal women: A stable-isotope study. *Amer. J. Clin. Nutr.* 77: 449-457.
- Trinidad T, Nallillin A, Valdez D, Loyola A, Askali-Mercado F, Castillo J, Encabo R, Masa D, Maglaya A, Chua M (2006) Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Inn. Food Sci. Emer. Technol.* 7: 309-317.
- Van den Heuvel E, Muys T, Van Dokkum W, Schaafsma G (1999) Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Amer. J. Clin. Nutr.* 69: 544-548.
- Venkatesh A, Prakash V (1993) Functional properties of the total proteins of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed. Effect of physical and chemical treatments. *J. Agric. Food Chem.* 41:18-23.
- Vergara-Valencia N, Granados-Pérez E, Agama-Acevedo E, Tovar J, Ruales J, Bello-Pérez L (2006) Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 722-729.
- Villarreal M, Acevedo C, Yañez E, Bioley E (2003) Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Arch. Latinoam. Nutr.* 53: 400-407.
- Wang J, Kinsella J (1976) Functional properties of novel proteins: Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41: 286-292.
- Wong K, Cheung P (2005) Dietary fibers from mushroom sclerotia: 1. Preparation and physicochemical and functional properties. *J. Agri. Food Chem.* 53: 9395-9400.
- Yoshimoto M, Yamakawa O, Tanoe H (2005) Potential chemopreventive properties and varietal difference of dietary fiber from sweetpotato (*Ipomea batatas* L.) root. *Jap. Agric. Res. Quart.* 39: 37-43.
- Zaragoza M, Pérez R, Navarro Y (2001) Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. En: *Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicaciones en alimentos*. Capítulo 14. Varela. São Paulo, Brasil. pp. 195-209.