

Elaboración de una sopa instantánea dirigida al adulto mayor con inclusión de harinas gelatinizadas del fruto de auyama (*Cucurbita maxima* L.) y granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* L.)

Gladiana Praderes*, Auris García y Emperatriz Pacheco†

Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología, de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Aragua. Venezuela

RESUMEN

Las sopas instantáneas representan para el adulto mayor, no sólo una alternativa de fácil y rápida preparación, sino también un alimento de fácil ingesta y masticación, siendo estas dos últimas características limitantes en la calidad de vida de este grupo de personas. Considerando lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar una sopa instantánea dirigida al adulto mayor, a través de una formulación que incluye harinas gelatinizadas de fruto de auyama, HGA (*Cucurbita maxima* L.) y de granos de quinchoncho, HGQ (*Cajanus cajan* L.). Se consideraron cuatro formulaciones, con niveles variables de HGA (26 a 38%) y HGQ (10 a 22%), además de la inclusión de almidón, leche entera, especias vegetales, sal, azúcar y glutamato monosódico. La fórmula de mayor aceptación por un panel de 50 jueces no entrenados (adultos mayores de ambos sexos) fue la que contenía 26% HGA, 15% HGQ, 19% almidón, 15% leche entera, 16% especias vegetales, 4% sal, 4% azúcar y 2% glutamato monosódico. Esta fórmula se caracterizó por poseer 11,5 g/100 g de proteína cruda, 13,5 g/100 g fibra dietaria, así como elevada digestibilidad *in vitro* de proteína (95,6%) y almidón (79,6%) a los 120 min de incubación, manteniendo además su calidad estable durante 90 d de almacenamiento en bolsas aluminizadas a $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Este producto se definió como de fácil y rápida preparación, sabor agradable y perceptible a las papilas gustativas del adulto.

Palabras clave: harina gelatinizada, digestibilidad *in vitro*, almidón, almacenamiento.

Elaboration of instantaneous soup directed to the elderly made of gelatinized flour of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) fruit and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) grains

ABSTRACT

For the elderly, soups are not only an easy and quick alternative to prepare, but they are also a food of easy intake and chewing, these two being limiting characteristics for the quality of life of this group of people. The purpose of the research was to develop an instantaneous soup directed to the elderly, through the formulation of gelatinized flours of pumpkin, HGA (*Cucurbita maxima* L.) fruit and bean HGQ (*Cajanus cajan* L.) grain. There were four formulations, with varying levels of HGA (26 to 38%) and HGQ (10 to 22%), plus the inclusion of starch, whole milk, spices, vegetables, salt, sugar, and monosodium glutamate. The most widely accepted formula by a panel of 50 untrained judges (elder citizens of both sexes) contained 26% HGA, 15% HGQ, 19% starch, 15% whole milk, 16% vegetables spices, 4% salt, 4% sugar, and 2% monosodium glutamate. This formula had 11.5 g/100 g crude protein, 13.5 g/100 g dietary fiber, high *in vitro* digestibility of protein (95.6%) and starch (79.6%) at 120 min of incubation, keeping its quality stable for 90 d of storage in aluminized bags at $26 \pm 1^\circ\text{C}$. This product was defined as easy and quick to prepare, tasty, and perceptible to the taste buds of the adult.

Key words: gelatinized flour, *in vitro* digestibility, starch, storage.

*Autor de correspondencia: Gladiana Praderes

E-mail: gladianapraderes@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de productos dirigidos a los adultos mayores considera una composición que aporte fracciones nutricionales (proteínas, fibra dietética, almidón resistente, vitaminas o minerales) y energía, con una biodisponibilidad que incida sobre una o varias funciones del organismo u originen un efecto positivo sobre la salud del consumidor (Pak, 2000; Wittig *et al.*, 2002). Algunas de estas formulaciones contemplan alimentos de fácil ingesta y masticación, así como compuestos que mejoren su sabor para sensibilizar la captación a nivel de las papilas gustativas y promuevan su rápida preparación (Meertens y Solano, 2002; Gutiérrez y Sangroni, 2006). Aunque se pueden diferenciar varios subgrupos dentro de la población de adultos mayores (Arbonés *et al.*, 2003), en general, las necesidades nutricionales se basan en garantizar la ingesta, el consumo de proteínas (71 a 82 g/d), fibra (20-35 g/d), carbohidratos (50-55% de las calorías totales), sodio (250 a 2 000 mg/d), hierro (6 a 8 g/d), calcio (1 300 g/d), fósforo (700 g/d), magnesio (320 a 420 g/d) y vitamina D (10 a 15 µg/d) (INN, 2000; Carbajal, 2004; Reyes *et al.*, 2004; Villaruel y Hazbún, 2006).

Entre los productos desarrollados para tales fines se encuentran las papillas o sopas instantáneas elaboradas con una mezcla de cereal y leguminosas adicionadas con calcio, las cuales aportan 3,22 calorías/g y 52% de las necesidades de calcio (Del Castillo *et al.*, 2002), así como espaguetis y bizcochuelos enriquecidos con la fibra proveniente de la harina de salvado de lupino dulce (*Lupinus albus* L.) y gluten, cuya incorporación a la dieta favorece la reducción de los problemas de tránsito intestinal y enfermedades relacionadas con diabetes y cáncer de colon (Wittig *et al.*, 2002; 2003). En referencia a las sopas instantáneas, Pacheco (2001) desarrolló una fórmula con base en harina de plátano verde, indicando que estos alimentos pueden ser enriquecidos con fibra dietética, proteína vegetal, vitaminas y minerales y así suministrar compuestos que modulen algunas funciones fisiológicas con resultados benéficos para la salud, considerando los principios activos que poseen solos o combinados (Araya y Lutz, 2003; Drago *et al.*, 2007).

Las sopas instantáneas son productos que requieren la adición de agua y cocción en corto tiempo para su elaboración (Pacheco, 2001) y en donde el almidón, uno de los principales constituyentes de la mezcla, contribuye a las propiedades reológicas y la aceptabilidad del producto (Bou *et al.*, 2006). En la matriz de estos alimentos pueden incorporarse proteínas provenientes de leguminosas, las cuales son reconocidas por su bajo costo y fácil procesamiento agroindustrial (Dávila *et al.*, 2003). El tratamiento térmico empleado para procesar los granos de leguminosas genera una harina con 24 a 32,5% de proteína cruda, rango considerado adecuado para

enriquecer estos alimentos (Granito *et al.*, 2003; 2004; Sangroni *et al.*, 2004).

Brachoy Pacheco (1996) señalan que la formulación de sopas a partir de auyama (*Cucurbita maxima* L.) genera un producto aceptado por el adulto mayor debido a su sabor agradable y consistencia cremosa, además de presentar las propiedades benéficas que confieren el contenido de pro-vitamina A y β-carotenos (actúan contra diversas infecciones), así como vitamina C, que debido a su efecto antioxidante previene el daño originado por radicales libres (Márquez *et al.*, 2002). Dada la relevancia de este aspecto, la presente investigación tuvo por objeto la elaboración de una sopa instantánea dirigida al adulto mayor con la inclusión de las harinas gelatinizadas del fruto de auyama y granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* L.) y saborizada con especias y resaltadores del sabor.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de Alimentos adscrito a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y en la planta piloto del Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE), localizado en el estado Yaracuy, Venezuela.

Ingredientes y su procesamiento

La formulación de la mezcla en polvo para preparar la sopa instantánea consideró como ingredientes principales la harina gelatinizada de auyama, obtenida a nivel de laboratorio por un proceso de deshidratación hidrotérmica a partir de frutos provenientes adquiridos en un mercado localizado en el Municipio San Felipe, estado Yaracuy, así como harina gelatinizada de granos de quinchoncho adquiridos en el Mercado Principal de la ciudad de Maracay, estado Aragua.

Para la obtención de la harina gelatinizada de auyama se tomaron de forma aleatoria 10 kg del fruto en grado de madurez hortícola y comercial, mientras que en el caso del quinchoncho, se emplearon 2 kg de granos con una humedad de 13%. Ambos materiales fueron procesados para obtener puré (Figura 1), el cual en cada caso fue sometido a secado hidrotérmico en un equipo de doble tambor rotatorio (Marca Buflovak, modelo para laboratorio) a una presión de vapor de saturación de 40 psi, con temperatura y velocidad de secado de 130°C y 0,27 rpm, respectivamente, para luego ser pulverizados usando un tamiz para un tamaño de partícula de 80 mesh (equivalente a 0,175 mm).

Adicionalmente, se incluyó almidón de maíz modificado comercial, leche entera en polvo, glutamato monosódico (aditivo alimentario potenciador del sabor),

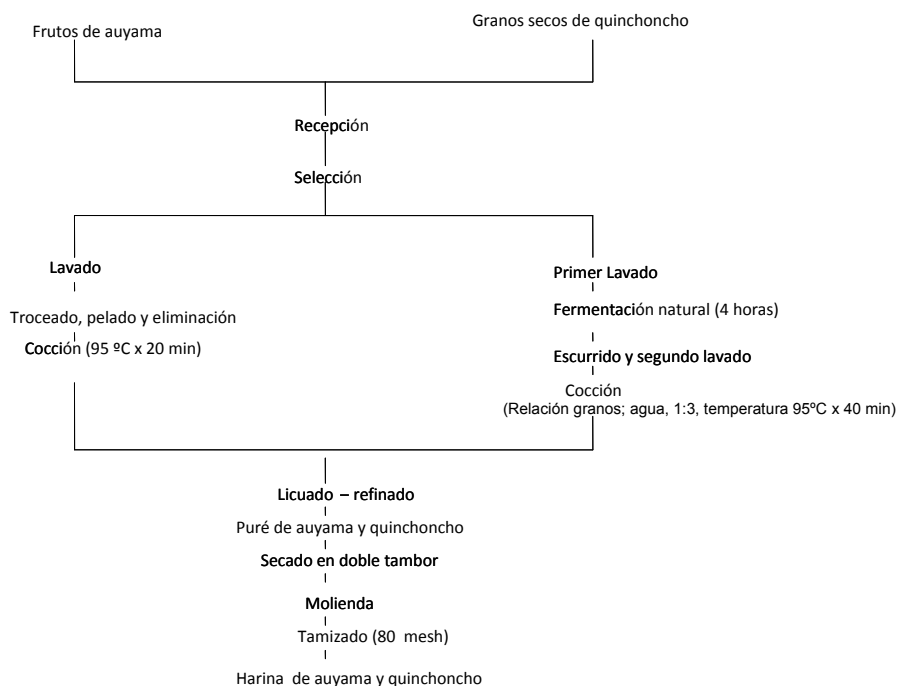


Figura 1. Esquema tecnológico de obtención de las harinas gelatinizadas de auyama y quinchoncho. Fuente: Pacheco (2001).

sal y azúcar, además de algunas especias en polvo elaboradas a nivel de laboratorio. Con respecto a esto último, y siguiendo lo estipulado por Covenin (1981), en el mercado antes referido fueron adquiridos en estado fresco, 1 kg de cada uno de los siguientes materiales: ajo (*Allium sp.*), ajo porro (*Allium porrum*), cilantro (*Coriandrum sativum*) y cebolla (*Allium cepa*). Estos vegetales, una vez lavados y cortados, fueron deshidratados a $60 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 4 h por el método de secado por convección empleando un deshidratador con circulación de aire forzado modelo Bertuzzi, para posteriormente proceder a la molienda y tamizado a un tamaño de partícula de 80 mesh (Pacheco, 2001).

Formulación de la sopa instantánea

Considerando como referencia recetas tradicionales venezolanas para elaborar la crema de auyama, se desarrollaron cuatro formulaciones de sopa instantánea (Cuadro 1), en las cuales se incorporó 26 a 38% de harina gelatinizada de auyama, 10 a 22% de harina gelatinizada de quinchoncho, 8 a 16% de especias vegetales en polvo como saborizantes, 1 a 7% de sal y 2 a 4% de azúcar. Se añadió glutamato monosódico (1 a 10%) como potenciador del sabor para sensibilizar las papilas gustativas del grupo de consumidores adulto mayor y almidón de maíz (15 a 22%) con el objeto de desarrollar en el producto reconstituido una viscosidad en el intervalo de 2 600 a 3 600 cps, lo que se ajusta a

las características de mezclas comerciales en polvo para preparar cremas. Finalmente, se adicionó leche entera en polvo (12 a 19%) con la finalidad de incrementar el contenido de proteínas, así como minerales y grasa en el intervalo señalado para las mezclas comerciales en polvo de sopas de vegetales tipo crema (García *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Composición relativa (%) de las formulaciones consideradas para elaborar una sopa instantánea con la incorporación de harina gelatinizada de auyama y granos de quinchoncho.

Ingredientes ¹	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
Harina de auyama	38	26	26	26
Harina de quinchoncho	14	10	22	15
Almidón de maíz modificado	22	15	17	19
Leche polvo entera	12	15	19	15
Glutamato monosódico	1	10	2	2
Sal	1	7	4	4
Azúcar	2	3	4	4
Especias en polvo				
Ajo Porro	2	3	2	4
Ajo	2	3	2	4
Cilantro	2	3	2	4
Cebolla	2	3	2	4

¹ Auyama (*Cucurbita maxima* L.), quinchoncho (*Cajanus cajan* L.), ajo porro (*Allium porrum*), ajo (*Allium sativum*), cilantro (*Coriandrum sativum*) y cebolla (*Allium cepa*).

Evaluación sensorial

Se realizó una prueba sensorial de preferencia (Pedrero y Pangborn, 1989) para los atributos de color, olor, sabor y consistencia con un panel de 50 jueces no entrenados, de ambos sexos y con edades comprendidas entre 60 y 79 años. Para la evaluación se suministró a los panelistas una muestra de las sopas instantáneas reconstituidas (Covenin, 1985), siguiendo las instrucciones descritas en la muestra comercial, donde 20 g de polvo se disolvieron en 250 mL de agua y se sometió a cocción por 10 min.

Características físicas y funcionales

Para esta caracterización se consideró sólo la fórmula que resultase de mayor preferencia de acuerdo a la evaluación sensorial y se registró el contenido de humedad (AOAC, 1990c), la actividad de agua evaluada por medio de equipo Aqualab (modelo Decagon cx-2, Decagon Devices. Pullman, EUA) de acuerdo a García *et al.* (2007), pH (Covenin, 1979), color (colorímetro Hunter Lab. Modelo DP-9000, marca Gardner/Neotec) y perfil de viscosidad aparente. Para esta última variable, se empleó una suspensión de la mezcla en polvo al 10,5%, registrando la viscosidad a 25°C en diferentes tiempos de agitación (2, 4, 6, 8 y 10 min) con un viscosímetro Brookfield (Modelo LVF, serial 63127, Brookfield Laboratories Inc, Stoughton, EUA), empleando la aguja N° 4 y una fuerza de corte de 30 rpm (Pacheco, 2001), reportando los resultados en Centipoises (cps). Todas estas mediciones se realizaron por triplicado y debido a la ausencia de sopas instantáneas de auyama en el mercado nacional, los valores obtenidos fueron comparados con una muestra comercial en polvo para preparar una sopa instantánea de verduras.

De igual modo, se determinó por triplicado la capacidad de absorción de agua (CAg) a partir de la suspensión de 1 g de muestra en 10 mL de agua destilada, previa centrifugación (2 500 rpm durante 25 min) y estandarización del residuo sólido en estufa a 50°C por 20 min, expresando los resultados en gramos de agua absorbidos por gramos de almidón (Wang y Kinsella, 1976). La solubilidad en agua fría fue medida sobre 1 g de la mezcla en polvo suspendida en 100 mL de agua destilada, la cual fue sometida a homogeneización por 2 min y centrifugación a una velocidad de 5 000 rpm durante 15 min. Del sobrenadante obtenido se colocaron 25 mL en una cápsula de Petri, para luego ser deshidratados en estufa a 110°C durante 4 h, obteniéndose por diferencia de peso la solubilidad de la fórmula en agua fría (Eastman y Mopre, 1984).

Composición química

Se determinó por triplicado para la fórmula con mayor preferencia y la comercial, el contenido de proteína

cruda (AOAC, 1990d), ceniza (AOAC, 1990a), grasa (AOAC, 1990b), fibra dietaria (AOAC, 1990e), almidón usando el método multienzimático (Holm *et al.*, 1986) y ácido ascórbico por el método de titulación con 2,6 dicloro-indofenol (Covenin, 1982). Los contenidos de calcio, magnesio, hierro, fósforo, zinc, potasio y sodio se determinaron de acuerdo a AOAC (1995).

Digestibilidad *in vitro*

Se evaluó la hidrólisis del almidón por la acción de la α -amilasa pancreática porcina (tipo VI-B, Sigma Chemical®), a intervalos de 5, 15, 30, 60 y 120 min, señalando los resultados de la reducción de los azúcares como equivalentes de glucosa determinados por espectrofotometría a la absorbancia a 530 nm (Holm *et al.*, 1986). La digestibilidad de la proteína se estimó por el método multienzimático (Akeson y Stahmann, 1964), a partir de 100 mg de la muestra con el añadido de 1,5 mg de pepsina más HCl 0,1 N, incubando durante 3 h con agitación constante. Transcurrido este periodo, se neutralizó con 7,5 mL de buffer fosfato 0,02 N a pH 8 con agitación constante durante 24 h. La reacción se detuvo añadiendo a la mezcla 2 mL de ácido tricloroacético al 30% (p/v), para posteriormente centrifugar a 3 000 rpm durante 20 min. El nitrógeno no proteico soluble en ácido tricloroacético se obtuvo a partir de un blanco enzimático. El contenido de nitrógeno se determinó por triplicado en el sobrenadante mediante micro Kjeldahl, y su digestibilidad se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ digestibilidad} = \text{Ndigerido (mg)} - \text{Nsoluble} / \text{Ntotal (mg)}$$

Estabilidad comercial

Se tomaron 30 g de muestra de la fórmula de mayor preferencia, los cuales fueron empacados por cuadruplicado en bolsas aluminizadas y mantenidos en laboratorio bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente ($26 \pm 1^\circ\text{C}$) durante 90 d, determinándose cada 15 d el contenido de humedad, actividad de agua, solubilidad, capacidad de absorción de agua, viscosidad, pH y color, de acuerdo a los métodos antes descritos.

Análisis estadísticos

Los datos derivados de la caracterización física, química, funcional y digestibilidad *in vitro* fueron analizados a través del método estadístico de análisis descriptivo para un nivel de confianza del 95% y para la determinación de las diferencias entre las fórmulas evaluadas, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey, previo análisis de la evaluación sensorial ($\alpha = 0,05$) bajo un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 1991). Se empleó el software Statistix (1993) para soporte técnico de Windows 2000. El análisis de la evaluación sensorial

se realizó por métodos no paramétricos, empleando la comparación de medias por rango múltiple de preferencia (Pedrero y Pangborn, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal como se muestra en el Cuadro 2, la formula de mayor preferencia fue la identificada como F4, la cual exhibió los mayores registros para todos los atributos evaluados.

En comparación con la sopa comercial, se observó (Cuadro 3) que F4 presentó diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de humedad, siendo este valor inferior al límite máximo (10%) especificado en la norma Covenin (1985) para este tipo de productos, pero cercano al indicado por Pacheco (2001) para sopas deshidratadas elaboradas con harina de plátano verde y harinas de vegetales. El contenido de humedad se encontró en equilibrio con una actividad de agua inferior al promedio de la muestra comercial, considerándose ambos valores adecuados para minimizar el deterioro de origen microbiano, así como los cambios indeseables de las características físicas, químicas y sensoriales del producto (Vega *et al.*, 2006). Estos valores coinciden con el registro de la actividad del agua (0,46) señalado por Torres *et al.* (2001) para una sopa en polvo preparada con harina de auyama, harina de arroz y pollo deshidratado.

La F4 presentó un valor de pH inferior ($P < 0,05$) a la muestra comercial, siendo similar al reportado por García *et al.* (2007) para una sopa instantánea de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), descrita por los autores como un alimento no ácido. Con respecto al color, ambas formulas presentaron valores similares de luminosidad ($P > 0,05$), con un registro de $64,9 \pm 0,08$, predominando el color amarillo en F4 según lo indicado por el croma a (5,8), pero con una coloración oscura atribuible al valor promedio del croma b, que resultó similar ($P > 0,05$) al encontrado en la muestra comercial. Esta respuesta se atribuyó a la coloración oscura, probablemente aportada por las reacciones de caramelización y de Maillard que ocurren durante el proceso de secado hidrotérmico de las

Cuadro 2. Prueba sensorial a las formulaciones consideradas para elaborar una sopa instantánea con la incorporación de harina gelatinizada de auyama y granos de quinchoncho.

Atributos	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
Color	81,0d	130,5b	121,0c	167,5a
Olor	88,5d	135,0b	119,5c	157,1a
Sabor	94,5c	154,0b	92,5c	159,0a
Consistencia	87,0d	134,5b	125,0c	157,0a

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

harinas, tal como lo señalan García y Pacheco (2007) en el caso de harinas de arracacha deshidratadas a partir de un procesamiento térmico similar.

La viscosidad inicial de la F4 reconstituida (cps) fue inferior a la de la sopa comercial (2 200 y 2 800 cps, respectivamente), presentando ambas una tendencia a disminuir luego de 10 min de agitación (2 000 y 2 200 cps, respectivamente). Este comportamiento es típico de fluidos no newtonianos, describiendo una curva del esfuerzo de corte no lineal en el tiempo debido a los cambios estructurales originados durante el proceso de secado hidrotérmico para la obtención de las harinas, los cuales influyen notablemente en esta respuesta asociada al carácter pseudoplástico de la suspensión (Abraham, 1993; González y Pérez, 2003).

La composición química de la F4 presentó valores medios de ceniza, grasa y almidón inferiores a los de la formula comercial (Cuadro 3), pero con un contenido superior de proteína aportado por la leche entera que formó parte de la mezcla. Los valores de grasa y cenizas de la F4 se encontraron dentro de las especificaciones de la

Cuadro 3. Características físicas, químicas y funcionales de las sopas instantáneas evaluadas.

Características ¹	Sopas instantáneas ²	
	F4	Comercial
Físicas		
Humedad (g/100 g)	5,3b	5,8a
Actividad de agua (a_w)	0,42b	0,44a
pH	5,8b	6,1a
Color³		
L	65,5	64,2
a	5,8a	-1,1b
b	20,2	19,4
Químicas (g/100 g)		
Ceniza	5,9b	14,7a
Grasa	5,0b	14,3a
Proteína	11,5a	7,1b
Almidón	32,3b	49,1a
Fibra dietaria	13,5	13,6
Ácido ascórbico (mg/100 g)	42,9	VNC ⁴
Funcionales		
Solubilidad (%)	81,5	80,0
CAg (g/100 g)	3,4 b	4,6a

¹ CAg: Capacidad de absorción de agua

² F4: Sopa compuesta por harina gelatinizada de auyama (26%), harina gelatinizada de granos de quinchoncho (15%), almidón de maíz modificado (19%), leche entera en polvo (15%), especias de vegetales en polvo (16%), sal (4%), azúcar (4%) y glutamato monosódico (2%); y sopa instantánea de verduras comercial.

L (luminosidad), a (croma) y b (croma).

⁴ Valor no calculado.

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

norma Covenin (1985), la cual establece valores máximos de 12 y 16%, respectivamente. Con relación a la fibra dietaria, ambas formulas presentaron un contenido similar ($P > 0,05$), lo cual en la F4 se relaciona con el aporte dado por las especias vegetales en polvo y la harina de granos de leguminosas. En este sentido, Serrano y Goñi (2004) indican que las harinas de leguminosas pueden llegar a contener hasta 25,6% de fibra dietaria.

El contenido de ácido ascórbico en la F4 (42,9 mg/100 g) satisface el 71,5% de los requerimientos diarios de un adulto mayor, lo cual puede contribuir a la prevención de enfermedades degenerativas, considerando la propiedad antioxidante de este compuesto (Méndez et al., 2002).

Tal como se muestra en el Cuadro 3, la solubilidad no mostró diferencias ($P > 0,05$) entre las sopas evaluadas; sin embargo, la F4 presentó una mayor capacidad de absorción de agua asociada a su elevada condición higroscópica, fácil dispersión y solubilización del material. Este comportamiento puede relacionarse con la influencia de la fibra dietaria en la alta absorción de agua (García et al., 2007) y a la alta capacidad hidrofílica de la proteína (Chau y Cheung, 1997), lo que complementado con el tamaño de las partículas y la fuente de almidón presente, originan una interacción de moléculas que conlleva a una estructura que promueve el incremento de la capacidad de absorción de agua de la muestra en estudio.

Tal como se presenta en la Figura 2, en la F4 se observó una elevada digestibilidad *in vitro* del almidón, la cual alcanzó un 44,7% en el lapso de 15 min y 79,6% a los 120 min, mostrando una respuesta similar respecto a la sopa comercial considerada, posiblemente atribuido a la presencia de una matriz compleja de almidón-proteína (Ortiz y Ramírez, 2000) o de alguna fracción de fibra y

almidón resistente, proveniente de la harina de quinchoncho presente en la formulación. Lo anterior concuerda con lo reseñado por Vargas et al. (2006), quienes determinaron una baja tasa de hidrólisis del almidón (24-34% en 90 min) al evaluar diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En este sentido, Zamora (2003) explica que la obtención de harinas instantáneas por el método de extrusión y tratamientos hidrotérmicos permiten mejorar la digestibilidad del almidón, debido a que dichos métodos rompen la estructura globular de las proteínas y reducen los factores antinutricionales (inhibidores de proteasa, polifenoles y ácido fítico, entre otros) haciéndolos más digestibles debido a los efectos físicos (calor) y mecánicos (fuerza de corte) de los tratamientos aplicados. Este análisis de la amilólisis resulta de importancia para predecir la respuesta glucémica postprandial que inducen los alimentos amiláceos, y caracterizar así las propiedades nutricionales de los mismos (Tovar et al., 2005).

En lo que respecta a la fracción de proteína, la F4 presentó una hidrólisis de 95,6%, indicativo de que los aminoácidos presentes en la mezcla pueden estar disponibles para su absorción, siendo esta respuesta similar al 91,2% obtenido por Reyes et al. (2002) para la harina extrudida de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), 89,5% en harinas extrudidas de *Canavalia ensiformis* (Zamora, 2003) y 83,3% en una mezcla de harina extrudida de maíz y frijón en relación 85:15 (Drago et al., 2007). Esta elevada digestibilidad se atribuye a los cambios estructurales que ocurren en la matriz del alimento, desnaturalización de la proteína y destrucción de los inhibidores de proteasas, por efecto del tratamiento térmico durante la obtención de las harinas, generándose de esta manera un producto en polvo (F4) adecuado para hacer llegar al adulto mayor un alimento de elevado valor energético y proteico.

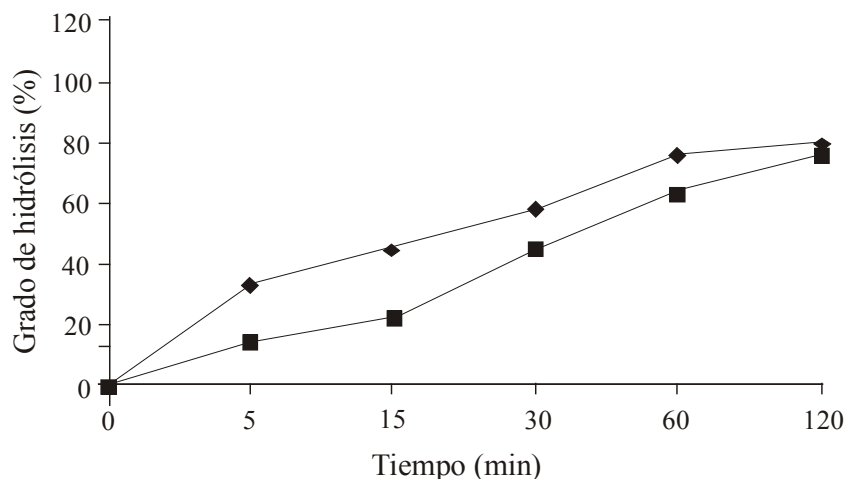


Figura 2. Digestibilidad *in vitro* del almidón en las sopas instantáneas evaluadas F4 (♦) y sopa instantánea comercial (■).

Con respecto a la estabilidad comercial y, bajo las condiciones de almacenamiento evaluadas, los valores de humedad (5,34 a 5,36%), actividad de agua (0,418 a 0,42), solubilidad (81,2 a 81,5%), capacidad de absorción de agua (3,33 a 3,35 g agua/g harina), viscosidad (2 000 cps), pH (6 a 6,1) y color (ΔE : 0,74 a 0,75; Hue (L/b): 3,23 a 3,24) se presentaron sin variaciones significativas ($P > 0,05$) en el tiempo.

CONCLUSIONES

La inclusión de harinas gelatinizadas de auyama (26%) y granos de quinchoncho (15%) en el diseño de una fórmula de sopa instantánea en polvo, generó un producto ajustado a las especificaciones de la norma Covenin para mezclas deshidratadas en polvo, capaz de suministrar hasta un 30% del requerimiento mínimo de proteína recomendado para un adulto mayor, y con estabilidad en sus características físicas y funcionales durante 90 d de almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, T. 1993. Stabilization of paste viscosity of cassava starch by heat moisture treatment. *Starch/Stärke* 45: 131-135.
- Akeson, W.; M. Stahmann. 1964. A pepsin-pancreatin digest index of protein quality. *J. Nut.* 83: 257-261.
- AOAC. 1990a. Ash of flour (Method 923.03). Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 15^a ed. Vol. I. Food composition; additive natural contaminants. Arlington, EUA.
- AOAC. 1990b. Fat crude (Method 920.39). Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International 15^a ed. Vol. I. Food composition; additive natural contaminants. Arlington, EUA.
- AOAC. 1990c. Moisture in flour (Method 925.09). Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 15^a ed. Vol. I. Food composition; additive natural contaminants. Arlington, EUA.
- AOAC. 1990d. Protein crude (Method 979.09). Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 15^a ed. Vol. I. Food composition; additive natural contaminants. Arlington, EUA.
- AOAC. 1990e. Total dietary fiber in food (Method 985.29). Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. Edition 15^a ed. Vol. I. Food composition; additive natural contaminants. Arlington, EUA.
- AOAC. 1995. Atomic absorption flame emission spectrophotometer (Method 965.09). Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 16^{va} ed. Vol. III. Food composition; additive natural contaminants. Arlington, EUA.
- Araya, H.; M. Lutz. 2003. Alimentos funcionales y saludables. *Rev. Chil. Nutr.* 30: 8-14.
- Arbonés, G.; A. Carbajal; B. Gonzalvo; M. González; M. Joyanes; I. Marques; M. Martín; A. Martínez; P. Montero; C. Núñez; I. Puigdueta; J. Quer; M. Rivero; M. Roset; F. Sánchez; M. Vaquero. 2003. Nutrición y recomendaciones dietéticas para personas mayores. *Nutr. Hosp.* 18: 109-137.
- Bou, L.; C. Vizcarrondo; A. Rincón; F. Padilla. 2006. Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. *Arch. Latin. Nutr.* 56: 375-383.
- Bracho, L.; E. Pacheco. 1996. Procesamiento de sopas enlatadas de zanahoria, auyama y plátano verde dirigidas a personas con regímenes especiales de alimentación. *Tec. Alim. (México)* 31: 11-17.
- Carbajal, A. 2004. Nutrición de las personas mayores: requerimientos nutricionales y pautas dietéticas de interés. XIV Congreso Nacional Farmacéutico. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Alicante, España. 11 p.
- 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. Agr. Food Chem.* 45: 4773-4776.
- Covenin. 1979. Alimentos. Determinación del pH (Norma N° 1315). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.
- Covenin. 1982. Determinación de ácido ascórbico (Norma N° 1295). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.
- Covenin. 1985. Mezclas deshidratadas para caldos y sopas (Norma N° 2302). Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Fondonorma. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.
- Dávila, M.; E. Sangroni; M. Granito. 2003. Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Arch. Latin. Nutr.* 53: 348-354.
- Del Castillo, V.; R. De Armada; J. Gotifredi. 2002. Alimentos de humedad intermedia para ancianos en base a extrusado de maíz:soja, adicionado con calcio. *Arch. Latin. Nutr.* 50: 296-300.

- Drago, S.; R. González; L. Chel; M. Valencia. 2007. Evaluación de la disponibilidad de minerales en harinas de frijol y en mezclas de maíz/frijol extrudidas. *Infor. Tecn.* 18: 41-46.
- Eastman, J.; C. Mopre. 1984. Cold water soluble granular starch for gelled food composition. U.S. Patent 4465702. United States of America Patent and Trademark Office. Haase, EUA.
- García, A.; E. Pacheco. 2007. Evaluación de galletas dulce tipo wafer a base de harina de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.). *Rev. Fac. Nac. Agr. Medellín* 60: 4195-4212.
- García, A.; E. Pacheco; J. Tovar; E. Pérez. 2007. Caracterización fisicoquímica y funcional de las harinas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para sopas instantáneas. *Cien. Tecn. Alim.* 5: 1-10.
- González, Z.; E. Pérez. 2003. Evaluación fisicoquímica y funcional de almidones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) pregelatinizados y calentados con microondas. *Acta Cient. Venez.* 54: 127-137.
- Granito, M.; A. Torres; M. Guerra. 2003. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia* 28: 372-376.
- Granito, M.; L. Trujillo; M. Guerra. 2004. Uso de *Phaseolus vulgaris* y *Vigna sinensis* como extensores de una bebida láctea fermentada. *Arch. Latin. Nutr.* 54: 229-234.
- Gutiérrez, C.; E. Sangroni. 2006. Efecto sinérgico y cuantificación de los 5'-ribonucleótidos en una sopa de pollo. *Arch. Latin. Nutr.* 56: 265-268.
- Holm, J.; I. Bjorck; A. Drews. 1986. A rapid method for the analysis of starch. *Starch/Stärke* 38: 224-226.
- INN. 2000. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Publicación N° 53. Serie Cuadernos Azules. Instituto Nacional de Nutrición. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Caracas, Venezuela. 76 p.
- Márquez, M.; C.E. Yépez; R. Sutil-Naranjo; M. Rincón. 2002. Aspectos básicos y determinación de las vitaminas antioxidantes E. *Inv. Clín.* 43:191-204.
- Meertens, L.; L. Solano. 2002. Índice de masa corporal, variables bioquímicas e inmunológicas de adultos mayores institucionalizados que recibieron una dieta con glutamato monosódico. *An. Ven. Nutr.* 15: 105-110.
- Méndez, R.; J. Wyatt; J. Saavedra; A. Ornelas. 2002. Consumo de ácido ascórbico y niveles séricos en hombres adultos fumadores y no fumadores de la C.D. de Hermosillo, Sonora, México. *Arch. Latin. Nutr.* 54: 344-347.
- Montgomery, D. 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Editorial Ibero Americana. México DF, México.
- Ortíz L.; A. Ramírez. 2000. Estudio electroforético de las albúminas y globulinas de cuatro genotipos de *Canavalia ensiformis*. *Arch. Latin. Nutr.* 50: 74-80.
- Pacheco, E. 2001. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad *in vitro* del almidón. *Acta Cient. Ven.* 52: 278-282.
- Pak, N. 2000. Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile. *Arch. Latin. Nutr.* 50: 97-101.
- Pedrero D.; R. Pangborn. 1989. *Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos*. Editorial Alambra Mexicana. México DF, México.
- 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.
- Sangronis, E.; C. Machado; R.B. Cava. 2004. Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Cajan cajan*) germinadas. *Interciencia* 29: 80-85.
- Serrano, J.; I. Goñi. 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. *Arch. Latin. Nutr.* 54: 36-44.
- Statistix. 1993. *Statistix for Windows 2000. Analytical Software*. Tallahassee, EUA.
- Tovar, J.; M. Fernández; E. Blanco. 2005. Digestibilidad *in vitro* del almidón en preparaciones cocidas y molidas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Interciencia* 30: 780-787.
- 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.). *Cien. Tecn. Alim.* 26: 821-827.
- Villarroel, M.; J. Hazbún. 2006. Desarrollo de una formulación optimizada de mousse de linaza (*Linum usitatissimum*). *Arch. Latin. Nutr.* 56:185-191.
- Wang, J.; J. Kinsella. 1976. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein. *J. Food. Sci.* 41: 286-291.
- Wittig, E.; L. Serrano; A. Bunger; D. Soto; L. López; J. Nieves. 2002. Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor. *Arch. Latin. Nutr.* 52: 91-100.

- Wittig, E.; P. Avendaño; D. Soto; A. Bungler. 2003. Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano. Arch. Latin. Nutr. 53: 74-83.
- Zamora, N. 2003. Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en harinas de *Canavalia ensiformis*. Arch. Latin. Nutr. 53: 293-298.