



Estudio fisicoquímico funcional de los aislados proteicos en semillas de maracuya (*Passiflora edulis f.*)

José J. Martínez¹, Oscar J. Medina¹, Rocio Zambrano²

¹ Grupo de Catálisis (GC-UPTC) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Química, Facultad de Ciencias. Tunja, Colombia

² Grupo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.unja.

Resumen

En este trabajo se presentan las propiedades funcionales de la harina y aislados proteicos de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis f.*). Los aislados proteicos fueron obtenidos de la harina desengrasada por solubilización alcalina a diferentes concentraciones de NaCl seguidas de precipitación isoeléctrica, con un contenido proteico cercano al 90 %. Se evaluaron las distintas propiedades funcionales como; capacidad de retención de agua (CRA), absorción de grasa (CRL), capacidad de hinchamiento (CH), densidad aparente (DA), actividad emulsificantes (IAE) en el rango de pH 2-10 y capacidad espumante (CE). El incremento de la concentración de NaCl contribuye a exponer más grupos hidrófilos en la superficie, lo que explica la alta CRA y baja CRL, las propiedades de emulsión fueron dependientes del pH y concentración de NaCl. Una alta capacidad espumante y estabilidad de la espuma formada fue observada para los aislados obtenidos.

Palabras Clave: *Passiflora edulis f.*, propiedades funcionales, aislados proteicos.

Abstract

Physicochemical and functional study of protein isolates of maracuya (*Passiflora edulis f.*) seeds.

The functional properties of flours and protein isolates from the seeds of maracuya (*Passiflora edulis f.*) were studied in this work. The respective protein isolates were obtained from the flours by solubilization alkaline using different concentrations of NaCl follows of isoelectric precipitation, with protein content near at 90 %. For flours and protein isolates were evaluated distinct functional properties: water holding capacities, oil-holding capacity, apparent density, emulsifying activities at pH range 4-10 foaming capacity, as apparent viscosity. An increase of the concentration of NaCl contributes to expose more groups hydrophilic on surface, which explains the high CRA and low CRL, emulsion properties of isolates proteins were concentration and pH dependent. A high foaming capacity was observed for the isolates proteins obtained.

Keywords: *Passiflora edulis f.*, functional properties, protein isolates.

*Para citar este artículo: Martínez JJ, Medina O J, Zambrano R.. Estudio fisicoquímico funcional de los aislados proteicos en semillas de maracuya (*Passiflora edulis f.*).Bistua.2011:9(1):70-76

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Grupo de Catálisis (GC-UPTC) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Química, Facultad de Ciencias. Av. Central del Norte, Tunja, Colombia. email:ojmv2003@ahoo.es

Recibido: Octubre 18 2010

Aceptado:Abril 20 de 2011

71

INTRODUCCION

Las propiedades funcionales afectan muchas de las características sensoriales de los alimentos o ingredientes durante su preparación, procesamiento y almacenamiento. Los beneficios funcionales incluyen la emulsificación, formación de espuma, gelación, incremento de la viscosidad, sabor, textura y absorción de grasa y agua (Szczała, et al., 2006); varias formas de aditivos proteicos son adicionados a los alimentos para incrementar sus características funcionales, nutricionales y económicas (Rakosky, 1989).

Aislados proteicos desde fuentes no convencionales podrían tener un alto valor como ingredientes funcionales o en nutrición para fortificación de alimentos o en aplicaciones para cosméticos y farmacéuticos (Villarreal et al, 1989). Las proteínas vegetales aisladas podrían tener un alto valor como ingredientes funcionales (Liadakis, 1995), sin embargo, en la actualidad sólo las de soja son ampliamente utilizadas; Pszczola (2004), señala que la industria alimentaria se encuentra en la búsqueda de proteínas alternativas que puedan competir con las que actualmente dominan el mercado; fracciones proteicas derivadas de semillas de procesadoras de frutas pueden poseer una buena calidad nutricional y características funcionales similares e incluso superiores a las de las proteínas de soja, pero no han sido estudiadas en detalle, las semillas de maracuyá (*Pasiflora edulis* f) son unas de estas.

Los aislados proteicos vegetales pueden ser obtenidos por solubilización alcalina seguidos de precipitación a punto isoelectrico (PI) (Tzeng, et al, 1990, Liadakis, 1995, Nicanor, 2001). Esta metodología es la más empleada en parte, por la facilidad de su implementación y por los altos rendimientos obtenidos de proteína, además permite la fácil separación de sustancias no-proteicas tales como azúcares, fibra, lípidos y otros componentes no deseables en el producto final, principalmente factores antinutricionales (FAN).

En este trabajo se pretende contribuir al estudio de las características fisicoquímicas y funcionales de los aislados proteicos extraídos de semillas de maracuyá (*Pasiflora edulis* f.) y determinar el efecto de la concentración de NaCl en la extracción y comportamiento funcional de los aislados obtenidos, así mismo aportar al escaso conocimiento que se tiene acerca de las características y potencialidades de las proteínas presentes en semillas de frutos tropicales.

METODOLOGÍA

Las semillas se obtuvieron de una procesadora de frutas de la ciudad de Tunja, seguido de un procedimiento de lavado (limpieza de cualquier residuo adherido) y posterior secado hasta peso constante, pulverizadas y la harina obtenida

tamizada en malla 40. El desengrasado de la harina obtenida se realizó mediante sistema Soxhlet usando n-heptano como solvente.

Para la obtención de los aislados proteicos la harina desengrasada se suspendió en una solución de NaOH a pH 12 y se sometió a agitación durante una hora, posterior centrifugación a 4000 rpm, al sobrenadante se le ajustó al punto isoelectrico determinado a partir de la curva de solubilidad de las harinas, el aislado obtenido se sometió a centrifugación, posterior liofilización; a este se denominó A0. Para evaluar el efecto de la concentración salina sobre la obtención y comportamiento funcional, la harina fue suspendida en solución de NaCl en proporciones de 0,25 % a 2 %, manteniendo el pH de la extracción entre 8 y 12, y se siguió el procedimiento anteriormente descrito, los distintos aislados se denominaron A seguidos de la concentración estudiada.

El contenido de proteínas, se evaluó siguiendo el protocolo de los métodos estándar de la Association of Official Analytical Chemists AOAC (1999). La solubilidad de nitrógeno para determinar P.I., se determinó según el método propuesto por Beuchat et al., (1975) sobre un rango de pH de 2,0 a 12 cuantificando proteínas según el método de Lowry (1951). El contenido de fenoles se determinó según el método colorimétrico de Folin Ciocalteu (LQARI, et al, 2002)

Para evaluar el comportamiento funcional de la harina y de los aislados se determinó la capacidad de retención de agua (CRA), absorción de grasa (CRL) y concentración mínima de gelación (CMG) y densidad aparente (D.A) por el método de Sathe, et al (1981), actividad emulsificante (IAE) según Pearce and Kinsella (1978), con las modificaciones propuestas por Chavan et al; (2001), la estabilidad de la emulsión (EE) según la metodología propuesta por Tang, et al; (2006). La capacidad espumante y estabilidad de la espuma por medio de las técnicas propuestas por Chau y et al; (1997). Los valores de todas las pruebas corresponden al promedio de triplicados y se analizó medidas de tendencia central y de dispersión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica

En la tabla 1 se presentan los resultados de análisis proximal de la harina de las semillas desengrasadas de maracuyá. Se observa un alto contenido de proteínas en las semillas de maracuyá, similar a los registrados para semillas de lupino (33.8%) (Lquari, et al., 2002), pero menor al de semillas de ajonjolí (47.7%) (Khalid, et al., 2002, 2003) y de semillas de tomate (31.3%) (Liadakis et al, 1998). El contenido de grasa también es alto, y comparable con el de semillas de avellana (20.9%) (Moure, et al., 2002). El contenido de cenizas, fibra,

72

azúcares y humedad se encuentra entre los rangos de semillas estudiadas anteriormente.

La figura 1 muestra la variación de la solubilidad de nitrógeno a diferentes pHs de la harina desengrasada (HS). Puede observarse una baja solubilidad de nitrógeno (<30%) en un amplio rango de pHs menores a 8, y una alta solubilidad en condiciones alcalinas (pH=11), lo que se explica debido a la máxima carga neta que logran las proteínas, comportamiento característico de proteínas vegetales, en contraste con la baja solubilidad a pH ácidos. La menor solubilidad se observa a pH 4 y puede suponerse que a este pH se encuentra cercano su respectivo punto isoeléctrico (PI). Este valor está en el rango de otras semillas estudiadas; tomate (PI = 3,9) (Liadakis et al. 1995), guayaba (PI = 5,0) (Nicanor et al, 2001), papaya (PI = 3,5) (Marfo, et al., 1986). Sobre pH = 4,0 se realizó la precipitación de proteínas para la obtención de los aislados a cada una de las concentraciones salinas (0%, 0,25%, 0,5%, 1% y 2% de NaCl).

La composición porcentual de proteína para la harina y de los aislados se muestra en la tabla 2, a medida que la concentración de NaCl se incrementa se observa un ligero decrecimiento en el porcentaje de proteína extraída, hecho que puede atribuirse a la diferencia de solubilidad de las proteínas en presencia de la sal. Contenidos de polifenoles en HS y aislados fueron menores al 0,1 %, en este sentido bajos niveles de polifenoles son deseables desde un punto de vista nutricional y funcional (Lquari, et al., 2002).

Propiedades funcionales

Los resultados obtenidos para capacidad de retención de agua (CRA), absorción de grasa (CRL), se muestran en la tabla 3. Puede observarse una baja capacidad de retención de agua (CRA) en las harinas y en aislados obtenidos sin soluciones salinas. En el caso de los aislados obtenidos con diferentes concentraciones de NaCl, se observa que a medida que incrementa la concentración salina se favorece esta propiedad funcional, puesto que se favorece una mayor cantidad de grupos hidrófilos de las proteínas extraídas. Aunque los valores de CRA son más bajos que los aislados de soya (5,45 ml/g) reportado por Elizalde et al., (1988) y 3,6 ml/g por Nicanor et al., (2001), son más altos que aislados de semillas como la guayaba (1,3 ml/g) (Nicanor, et al., 2001) y la papaya (2,24 ml/g) (Marfo, et al., 1986). Sin embargo, los aislados tuvieron una capacidad de retención de agua dentro del rango de los valores comerciales de aislados proteicos (1,9-2,9 ml agua/g proteína) (LIN, et al, 1987). La baja capacidad de retención de lípidos (CRL) del aislado proteico en ausencia de NaCl (AA) para los aislados obtenidos es similar a la harina de soya pero a medida que la concentración salina aumenta se mejora la CRL, así es de

suponer que la habilidad para absorber grasa este estrechamente ligada a los cambios conformacionales que provoca el NaCl en las proteínas extraídas.

La tabla 4 resume la capacidad de hinchamiento (CH) y densidad aparente (D.A) para la harina y los aislados proteicos de semillas de maracuyá. Se puede observar que en los aislados proteicos, la densidad aparente disminuye a medida que aumenta la concentración salina, mientras la capacidad de hinchamiento aumenta mostrando una relación directa con la CRA.

El índice de actividad emulsificante (IAE, m²/g) de las harinas desengrasadas y los aislados como una función del pH y concentración de NaCl, se muestra en la tabla 4. La actividad emulsificante es mayor en las harinas y menor y similar para los aislados obtenidos a distintas concentraciones de NaCl. A pHs alcalinos el comportamiento emulsificante incrementa y a bajos valores de pH en aislados obtenidos en presencia de NaCl disminuye, este comportamiento es similar al obtenido por Inyang and Iduh (1996) con semillas de sesamo y ha sido explicado considerando que la carga neta de las proteínas extraídas con NaCl decrece como consecuencia de la presencia de iones cloruro (Chavan et al., 2001). Para los resultados de estabilidad de la emulsión (ES), se observó un similar comportamiento en las muestras estudiadas (alrededor de 9 min ± 0,5) independiente de los pH's estudiados.

Los resultados de la capacidad espumante y estabilidad de la espuma para las harinas y aislados obtenidos se muestra en la tabla 3. Las harinas desengrasadas no forman espuma posiblemente debido al contenido remanente de grasa que actúa como un inhibidor de la formación de esta. Sin embargo, para los aislados obtenidos se observa una alta capacidad espumante, siendo mayor para los aislados proteicos de semillas de maracuyá, con valores similares a los aislados de soya (Elizalde et al., 1988 y Nicanor et al., 2001). En aislados, la capacidad espumante disminuye con el incremento de funcional se relaciona con la solubilidad de las proteínas (Akpata y Akubor 1999, Chavan et al., 2001), el comportamiento observado se explica debido a que bajas concentraciones de sal favorecen la solubilidad de estas. Los beneficios de bajas concentraciones de NaCl en la capacidad espumante en harinas de soya y concentrados proteicos de pescados han sido reportados anteriormente (Akubor, 1997). La capacidad de formación de espuma se relaciona con el aumento en la carga neta de las proteínas lo cual debilita las interacciones hidrofóbicas e incrementa la flexibilidad de las proteínas, esto conduce que estas difundan más rápido la interfase agua-aire y encapsule el aire aumentando la capacidad



73

espumante (Aluko, et al., 1995). Similar explicación se ha sido descrita para hidrolizados de semillas de quinoa (Aludo, et al., 2003) y en aislados de *Cajanus cajan* y *Vigna unguiculata* (Mwasaru, et al., 1999).

La estabilidad de la espuma en los aislados obtenidos de semillas de maracuyá presentan valores cercanos al 50% a pH 7 a los 90 min, recientemente Wu et al., (2009) recomiendan que la estabilidad de la espuma deben ser las adecuadas (entre 50 y 70%) dependiendo del producto para los sistemas alimentarios que requieren espuma como las tortas y el helado, en este sentido es posible determinar el posible potencial de los aislados proteicos obtenidos.

Por otra parte, la concentración mínima de gelación (CMG) fue similar para los aislados (alrededor de 10 -12) y más baja para la harina desengrasada con valores menores de 5, lo que se explica debido a que la gelación no solo es una función de la cantidad de proteína sino del tipo de proteína extraída (tabla 5). Marfo et al., (1986) han mostrado una relación directa entre la capacidad de gelación con el contenido de globulinas, y las diferencias en el comportamiento funcional de aislados proteicos extraídos con NaCl se explican porque con NaCl la extracción de globulinas es preferencial (Liadakis, et al 1998) y esto explicaría los resultados de CMG y de las demás propiedades funcionales estudiadas.

CONCLUSIONES

Es posible obtener aislados proteicos desde harinas desengrasadas de semillas de maracuyá y papayuela a distintas concentraciones de NaCl a través de procesos de solubilización alcalina, seguidos de precipitación isoeléctrica. Se analizaron las distintas propiedades funcionales de la harina desengrasada y de los aislados proteicos obtenidos a distintas concentraciones de NaCl a través de procesos de solubilización alcalina, seguidos de precipitación isoeléctrica. Las propiedades funcionales como CRA, CRL, CH, presentan una relación directa con la concentración de sal empleada para la extracción de los aislados. Bajas capacidades de emulsificación dependientes del pH y concentración de NaCl empleada en la extracción se observaron, mientras una alta capacidad de formación de espuma es evidente para los aislados obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias de la UPTC por el apoyo económico otorgado para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Akpata M.I. Akubor P.I. (1999). Chemical composition and selected functional properties of sweet orange (*Citrus sinensis*) seed flour. *Plant Foods for Human Nutrition* 54: 353–362.

Akubor PI (1997). Proximate composition and selected functional properties of African breadfruit and sweet potato flour blends. *Plant Foods Hum Nutr* 51: 57–60.

Aluko R, Monu E (2003). Functional and bioactive properties of Quinoa seed protein hydrosolates. *J. Food Sci.* 68: 445-452.

Aluko R, Yada RY (1995). Structure-function relationships of cowpea (*Vigna unguiculata*) globulin isolate: influence of pH and NaCl on physicochemical and functional properties. *Food Chem.* 53: 259-265.

AOAC (1999). Official methods of analysis, (16th ed.)Arlington: Association of official Analytical Chemists-Washington, D.C.

Beuchat LR, Cherry JB, Quinn MR (1975). Physicochemical properties of peanut flour as affected by proteolysis. *J. Agric. Food Chem* 23: 616–620.

Chau C, Cheung K, Wong Y (1997). Functional properties of protein concentrates from the Chinese indigenous legume seeds. *J. Agric. Food. Chem* 45: 2500-2503.

Chavan UD, McKenzie DB, Shahidi F (2001). Functional properties from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *Food Chem.* 74: 177-187.

Elizalde, B.E, Kanterewicz, R.J, Pilosof, A.M.R, Bartholomai, G.B (1988). Physicochemical properties of food proteins related to their ability to stabilize oil-in-water emulsions. *J. Food Sci.* 53 (3), 845-848.

Inyang, U.E, Iduh, A.O (1996). Influence of pH and salt concentration on protein solubility, emulsifying and foaming properties of sesame protein concentrate. *J.Am.Oil Chem Soc.* 73(12), 1663-1666.

Khalid E.K, Babiker EE, EL Tinay AH (2002). Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration, *Food Chem.* 82: 361–366.



74

Liadakis GN, Tzia C, Oreopouli V, Thomopoulos CD (1995). Protein isolation from tomato seed meal, extraction optimization, *J. Food. Sci* 60: 477-482.

Lin C, Zayas J (1987) Functionality of defatted corn germ proteins in a model system: fat binding and water retention, *J. Food. Sci* 52: 1308-1311.

Lowry O.H, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951). Protein measurement with the Folin Phenol reagent, *J Biol Chem* 193: 265-275.

Lqari H, Vioque J, Pedroche J, Millan F (2002). Lupinus angustifolius protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization, *Food Chem* 76: 349-356.

Marfo E.K. Oke O.L, Afolabi, O.A (1986) Some studies on the proteins of Carica papaya seeds, *Food Chem* 22: 267-277.

Moure A, Rua M, Sineiro J, Dominguez H (2002). Aqueous Extraction and Membrane Isolation of Protein from Defatted Gevuina avellana, *J. Food Sci* 67: 688-696.

Mwasaru M. A, Muhammad K, Bakar J, Che Man Y.B (2000). Influence of altered solvent environment on the functionality of pigeonpea (*Cajanus cajan*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) protein isolates: functional properties, *Food Chem* 71: 157-165.

Nicanor A, Ortiz-Moreno A, Martínez A, Davila G (2001). Guava seed protein isolate: functional and nutritional characterization, *J. Food Biochem* 25: 77-90.

Pearce KN, Kinsella JE (1978). Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique, *J. Agric. Food. Chem* 26: 716-723.

Pszczola DE (2004). Ingredients, *Food Technol* 58: 56-69.

Rackis J, Sessa D, Honing D (1979) Flavor problems of vegetable food proteins, *J. Am. Oil Chem. Soc* 56: 262-271.

Rakosky J (1989). Protein Additives in Foodservice Preparations; AVI Book, Van Nostrand Reinhold: New York.

Sathe S.K, Deshpande SS, Salunkhe DK (1981). Functional properties of lupin seeds (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates, *J.Food Sci* 47: 491-502.

Szczapa EL, Konieczny P, Kałucka MN, Walczak S, Kossowska I, Malinowska M (2006). Some functional properties of lupin proteins modified by lactic fermentation and extrusion, *Food Chem* 96: 290-296.

Tang CH, Ten Z, Wang XS, Yang XQ (2006). Physicochemical and Functional Properties of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Protein Isolate, *J. Agric. Food Chem* 54: 8945-8950.

Tzeng YM, Diosady LL, Rubin LJ (1990). Production of canola protein materials by alkaline extraction, precipitation, and membrane processing, *J Food Sci*. 55: 1147-1151.

Villarroel M, Biolley E, Schneeberger R, Ballester D, Santibáñez S (1989). Composición química y calidad biológica de harina desgrasada de avellana. *Arch Latinoam Nutr* 39: 200-211.

Wu H, Wang Q, Maa T, Ren J (2009). Comparative studies on the functional properties of various protein concentrate preparations of peanut protein. *Food Res. Int.* 42: 343-348

Tabla 1. Análisis proximal de las harinas desengrasadas de maracuyá y papayuela.

Característica (%)	Semilla de maracuyá
Proteína	28,5
Humedad	7,6
Grasa	21,2
Fibra	37,7
Cenizas	2,3
Azúcares	2,7

Tabla 2. % de proteína según Kjeldahl para la harina desengrasada y aislados proteicos obtenidos (el valor es \pm 0,4%).

	HD	A0	A0,25	A0,5	A1	A2
% Proteína de maracuya	28,5	95,6	93,5	91,4	89,4	90,6
Polifenoles de maracuya	>0,2	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	>0,1

Tabla 3. Capacidad de retención de agua (CRA), absorción de grasa (CRL), para la harina y los aislados proteicos de semillas de maracuyá (los valores son los promedios de tres determinaciones \pm desviación estándar de los promedios).

	CRA, ml agua/g	CRL, ml aceite/g
HD	1,40 \pm 0,7	2,02 \pm 0,4
A0	1,55 \pm 0,4	1,50 \pm 0,7
A0,25	2,40 \pm 0,8	1,70 \pm 0,6
A0,5	2,70 \pm 0,7	2,30 \pm 0,6
A1	2,75 \pm 0,5	2,55 \pm 0,7
A2	2,85 \pm 0,7	2,75 \pm 0,5

Tabla 3. Capacidad de hinchamiento (CH) y densidad aparente (D.A) para la harina y los aislados proteicos de semillas de maracuyá (los valores son los promedios de tres determinaciones \pm desviación estándar de los promedios).

	CH, %	DA, g/ml
HD	160 \pm 5	0,63 \pm 0,06
A0	180 \pm 4	0,43 \pm 0,05
A0,25	200 \pm 4	0,35 \pm 0,08
A0,5	250 \pm 6	0,25 \pm 0,09
A1	270 \pm 3	0,23 \pm 0,04
A2	280 \pm 4	0,22 \pm 0,04

Tabla 4. Valores de índice de actividad emulsificante (IAE) expresado como m^2/g de la harina y los aislados proteicos de semillas de maracuyá (los valores son los promedios de tres determinaciones \pm desviación estándar de los promedios).

Ph	HD	A0	A0,25	A0,5	A1	A2
4	27,4 \pm 0,5	16,1 \pm 0,2	14,9 \pm 0,6	10,1 \pm 0,3	14,2 \pm 0,6	12,8 \pm 0,6
6	41,6 \pm 0,8	17,7 \pm 0,3	18,4 \pm 0,2	15,8 \pm 0,9	17,9 \pm 0,6	19,3 \pm 0,4
8	45,8 \pm 0,2	30,3 \pm 0,6	19,8 \pm 0,5	16,3 \pm 0,5	19,1 \pm 0,4	19,8 \pm 0,5
10	46,5 \pm 0,2	32,7 \pm 0,2	22,1 \pm 0,8	20,4 \pm 0,6	20,9 \pm 0,5	22,1 \pm 0,8
12	73,4 \pm 0,6	42,8 \pm 0,3	28,3 \pm 0,6	30,8 \pm 0,6	30,3 \pm 0,9	36,3 \pm 0,8

Tabla 5. Capacidad de formación de espuma (CE) y estabilidad de la espuma (EE) a los 90 min. (los valores son los promedios de tres determinaciones \pm desviación estándar de los promedios).

	CE	EE
HD	-	-
A0	98,8	52
A0,25	97,8	51
A0,5	96,1	48
A1	94,2	47
A2	83,4	44

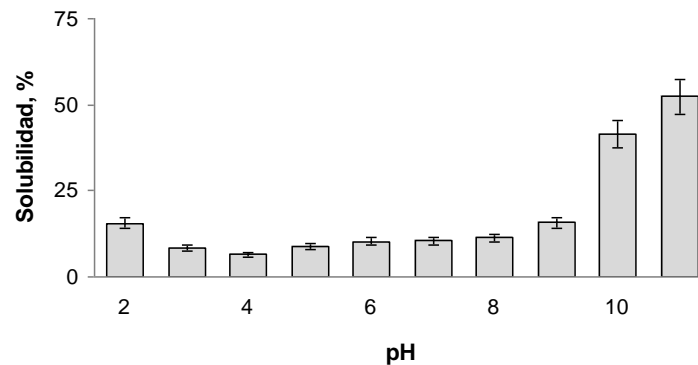


Figura 1. Curva de solubilidad de proteínas para las harinas de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis f.*) a distintos valores de pH.

