

Concentrado proteico de *Amaranthus cruentus*. Métodos de extracción. Propiedades funcionales

Norma G. de Luquez,¹ Silvia Fernández,¹ y Sara L. de Mucciarelli.¹

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis, Argentina

RESUMEN. Se llevó a cabo un estudio con el objeto de evaluar las mejores condiciones de pH, temperatura, relación harina/solvente, para obtener un concentrado proteico (CP) de harina de semillas de *Amaranthus cruentus*. Las condiciones óptimas fueron pH de extracción 11, tiempo de agitación 1 h 30 min., pH de precipitación 4, 5 y la relación harina/solvente de 1:15. Obtenido el CP se procedió a caracterizar químicamente el producto y se realizaron ensayos para conocer las propiedades funcionales. La composición química del CP expresada en g/100 g fue proteína: 50.9, humedad 3.3; extracto etéreo 5.8; fibra cruda 6.4; cenizas 3.8; carbohidratos totales 29.9. Damos cuenta de los valores obtenidos al estudiar las siguientes propiedades funcionales del CP: máxima solubilidad al pH 11, 94.3 %, actividad de emulsificación (AE) 47.9 ± 4.9; capacidad de absorción de agua (CAA) 2.0±0.3; capacidad de absorción de aceite (CAAc) 0.7±0.8.

Consideramos posible la utilización de este producto como complemento de cereales y de otros alimentos deficientes en lisina. Por las propiedades funcionales evaluadas que evidencian el carácter hidrofílico de la proteína del CP de *Amaranthus cruentus*, se deducen amplias perspectivas para su utilización futura en la alimentación mediante productos de panificación.

SUMMARY: *Amaranthus cruentus*, protein concentrate, extraction methods, functional properties. The most favorable conditions of pH, temperature ratio for the yielding of a protein concentrate (PC) of seed flour from *Amaranthus cruentus* was determined. The optimal values were: extraction pH 11, stirring time 1 h 30 min., precipitation pH 4.5 and a flour/solvent ratio of 1:15. Obtained the PC, its functional properties were assayed. The PC chemical composition expressed in g/100 g was: protein 50.9; humidity 3.3; ethereal extract 5.8; raw fiber 6.4; ashes 3.8; total carbohydrates 29.9. The following PC functional properties were found: a maximal solubility value of 94.3 at pH 11; emulsification activity (EA) 47.9±4.9, water absorption capacity (WAC) 2.0±0.3; and oil absorption capacity (OAC) of 0.7±0.8. The use of this product as supplement for cereals and for others foods with poor lysine content is considered possible. Despite of the functional properties which show the hydrophilic character of the protein from the *Amaranthus cruentus* PC, great expectancies are inferred for its future utilization in bread products.

INTRODUCCION

Se han realizado numerosos esfuerzos para desarrollar alimentos proteicos de calidad y bajo costo, entre estos, se destaca la importancia de la obtención de concentrados proteicos a partir de materiales vegetales, especialmente de aquellos con alto contenido en lisina, que podrían utilizarse para enriquecer alimentos con déficit en este aminoácido. En un trabajo anterior se estudió la harina de *A. cruentus* encontrándose una adecuada concentración proteica. Las pruebas biológicas demostraron un buen aprovechamiento nitrogenado y un muy buen contenido en lisina total (1).

Los amarantos son pseudocereales resistentes a condiciones climáticas adversas que tienen un promisorio potencial económico, aunque aun se los considera como cosecha menor en América del Sur, Central y en parte de Asia y África. Existen recetas tradicionales para el uso de los amarantos, en América Latina y en el Himalaya, la harina obtenida de semillas es utilizada en panificación y el grano en la elaboración de confituras (2).

En este trabajo se da a conocer la metodología empleada para la obtención de concentrado proteico de harina de *Amaranthus cruentus*, la composición química porcentual y algunas propiedades funcionales.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado, semillas de *Amaranthus cruentus*, variedad Guien provino de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Provincia de La Pampa (Argentina), en donde fueron cultivadas en parcelas experimentales. Las semillas crudas, lavadas y secadas en estufa de aire forzado a 50 °C, fueron molidas en molinillo de café y tamizadas por tamiz de nylon de 200 µ de abertura. Se obtiene así una harina, color pardo claro, ligeramente amarillenta con un contenido de proteínas de 15.5 %. Todos los experimentos se efectuaron con un mismo lote de harina, mantenido a 4 °C en recipientes de plástico herméticamente cerrados, hasta el momento de su utilización.

Condiciones de obtención del concentrado proteico: La dispersión acuosa de la harina fue sometida al estudio de la influencia del pH sobre la solubilidad de la proteína de la harina de *A. cruentus*, en un intervalo de pH comprendido entre 1 y 11.5 siendo el pH de máxima solubilidad de 11 y el de mínima 4.5, (tiempo de agitación de 1:30 hs. a temperatura ambiente), según muestra la Gráfico 1.

Al realizar el estudio de la relación harina/solvente se obtuvo el máximo rendimiento en la relación 1:15 como la muestra la Tabla 1. La marcha del proceso fue seguido determinando el nitrógeno (3) en alícuotas de las distintas soluciones.

¹ Laboratorio de Ensayo y Valoración de Medicamentos

GRAFICO 1
Obtención de CP

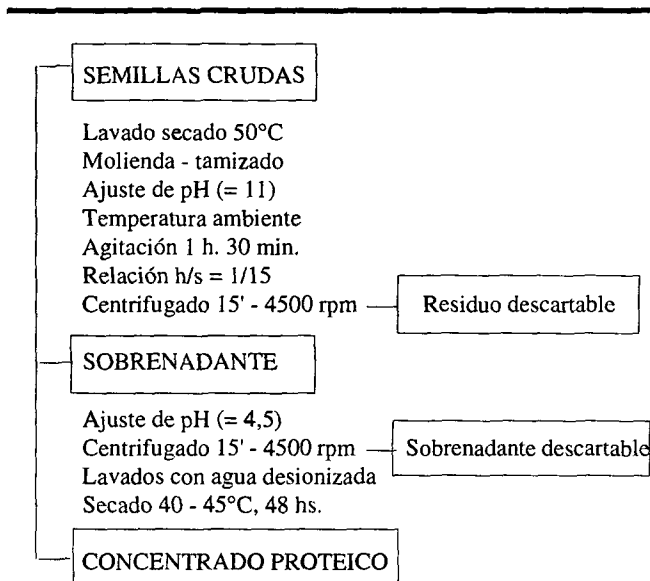


TABLA 1
Efecto de la relación harina-solvente sobre la extracción de proteínas de la harina de *A. cruentus*

Harina/Solvente g/ml	% de proteína solubilizada
1:5	33.6 ± 4.0 (1)
1:7	31.7 ± 3.8
1:10	40.2 ± 3.9
1:15	48.2 ± 4.3

(1) X ± DE

Obtención del concentrado proteico: Fijadas las condiciones óptimas de extracción, se procedió a la obtención del CP (Gráfico 1), para ello se pesaron 500 g de harina y se hizo la dispersión en 7.500 ml de agua desionizada. Se trató con NaOH 5 N hasta alcanzar el pH 11. Se agitó la solución en agitador mecánico durante 1 hora 30 minutos, a temperatura ambiente. Transcurrido ese tiempo, se centrifugó la solución para separar el insoluble.

La solución se acidificó con HCl 5 N hasta obtener un pH 4.5. Se dejó en reposo hasta sedimentación total. El coágulo se separó por centrifugación a 4.500 r.p.m. durante 15 minutos, se lavó 3 veces con agua desionizada. El precipitado así obtenido se secó a una temperatura de 40-45 °C en estufa con corriente de aire forzado durante 48 hs (4)(5). Se obtuvo un CP de color crema.

Métodos analíticos y pruebas funcionales: Sobre el CP se determinó la composición química proximal (6). Se estudiaron las siguientes propiedades funcionales: solubilidad de la proteína según el pH (7)(8), capacidad de absorción de agua (CAA) (9), capacidad de absorción de aceite (CAAc) (10) y actividad de emulsificación (AE) (11). La CAA de las proteínas fue determinada con el equipo propuesto por Torgersen y Toledo, que está constituido por un monitor bacteriológico de plástico (Millipore Co) para contactar la harina con el agua a través de un papel de filtro Whatman N° 1 sobre

el que se esparce la muestra. Las determinaciones se hicieron por duplicado y a temperatura ambiente. El volumen de agua absorbida en ml/g de proteína, cuando se alcanza el equilibrio representa la CAA de las proteínas.

La CAAc se determinó en forma similar utilizando el mismo equipo. La diferencia consistió en que se usó un papel de filtro de fibra de vidrio Whatman G F/c en lugar del papel del filtro común y el aparato se llenó de aceite. El volumen de aceite absorbido en ml/g de proteína una vez alcanzado el equilibrio representa la CAAc de las proteínas. Las determinaciones se hicieron por duplicado y a temperatura ambiente.

La AE fue determinada en una dispersión acuosa de la muestra a pH 7 con agitación permanente durante 15 minutos, luego se agrega aceite de maíz homogeneizando durante 3 minutos. El fluido fue centrifugado a 1300 G por 5 minutos. La AE se expresa como la relación entre el peso de la capa emulsificada respecto del peso del fluido por ciento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química proximal: En la Tabla 2 se consignan los valores obtenidos en los distintos análisis realizados. La concentración nitrogenada del CP es similar a la proteína de la harina de soja (50.9 vs. 57.5 %) (12).

TABLA 2
Composición química del CP (g/100g)

Proteína (N x 6.25)	50.9
Humedad	3.3
Extracto etéreo	5.8
Fibra cruda	6.4
Cenizas	3.8
Carbohidratos totales(1)	29.9

(1) Por diferencia

Solubilidad del concentrado proteico según el pH: El efecto del pH en la solubilidad del CP se presenta en la Gráfica 2. El máximo de proteína solubilizada a pH 11 fue de 94.3 % y la solubilidad mínima se obtuvo a pH 4.5 con un porcentaje de 5 % de materia solubilizada.

Actividad de emulsificación: La AE arrojó un valor de 47.9 % (Tabla 3), comparando este valor con el obtenido en un concentrado comercial de proteína de soja (13) cuyo valor es 92, la AE de la muestra es baja, pero si lo comparamos con el valor de la harina de soja 54 el valor se aproxima bastante.

TABLA 3
Actividad de emulsificación

Muestra	Actividad de emulsificación*
CP de <i>A. cruentus</i>	47.9 ± 4.9(1)
Harina de soja	54
Concentrado comercial de proteína de soja	92

* AE= $\frac{\text{Peso de la Emulsión}}{\text{Peso del Fluido}} \times 100$

(1) X ± DE

Capacidad de absorción de agua y aceite: En la Tabla 4 se dan a conocer los resultados de la CAA del CP comparado con la harina de soya, el valor es similar (12). Es decir que el CP de *A. cruentus* tiene buena capacidad de absorber agua, esto sugiere que la propiedad que mejor describiría la afinidad de la proteína con el agua en la interfase sería este indicador. Ello se debe a los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua y los grupos polares de las cadenas proteínicas. Con respecto a la CAAC el valor hallado por nosotros, es bajo si lo comparamos con el de harina de soya (12). El balance hidrofílico - lipofílico de la proteína se evaluó a través de la relación entre la CAA y la CAAC, dicha relación es el índice de absorción de agua y aceite (IAAAC) (14). La relación fue de 2.8 (Tabla 5). De acuerdo a Kanterewicz cuando el valor del índice es superior a 2, la proteína posee características hidrofílicas.

TABLA 4
Absorción de agua y aceite del CP y de harina de soya

	CP	Harina de soya
Absorción de agua ⁽¹⁾	2.0 ± 0.3 ⁽²⁾	2.3
Absorción de aceite ⁽¹⁾	0.7 ± 0.8	1.2

(1) Expresado en ml de agua o aceite/g de proteína

(2) X ± DE

TABLA 5
Índice de absorción de agua y aceite

Proteína	CAA ml Agua g Proteína	CAAC ml Aceite g Proteína	IAAAC ml Agua ml Aceite
Concentrado comercial de proteína de soya	2.4	1.3	1.9
CP de <i>A. cruentus</i>	2.0 ± 0.4 ⁽¹⁾	0.7 ± 0.8 ⁽¹⁾	2.8

CAA: Capacidad de Absorción de Agua

CAAC: Capacidad de Absorción de Aceite

IAAAC: Índice de Absorción de Agua y Aceite

(1) X ± DE

CONCLUSION

De los estudios realizados sobre CP de *Amaranthus cruentus*, con una concentración de proteína de 40.9 % y de los ya reportados para la harina (1) que evidenció un buen aprovechamiento nitrogenado: NPU 52 ± 3.4; TD 81 ± 7.6; BV 63, un buen perfil aminoácido e importante concentración en lisina total con un número químico mayor de 100 el CP podría ser un buen complemento de cereales y de otras proteínas deficientes en este aminoácido.

El valor obtenido de absorción de agua tienen significación en la formulación de alimentos. La velocidad de captación de agua podría influenciar el orden de agregado de los ingredientes secos en una mezcla alimenticia, o bien actuar como un agente de retención de humedad, facilitando el mezclado y la combinación de los ingredientes. Se deducen amplias perspectivas para su utilización en la alimentación mediante productos de panificación mejorando el valor nutritivo de dietas tradicionales.

REFERENCIAS

1. Arellano M., Luquez N., Scognamiglio G. y Mucciarelli S. Semillas de Amarantho (*Amaranthus cruentus*). Valor Potencial Alimenticio. Rev. Chil. Nutr. 18:29-33, 1990.
2. Pedersen B., Hallgren L., Hansen I. and Eggum B.O. The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*). Foods for Human Nutrition, 36:325-334, 1987.
3. Nilo Rivas R., Dench JE. and Caygill JC. Nitrogen Extractability of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Seed and the Preparation of Two Protein Isolates. J. Sci. Food Agric. 32:565-571, 1981.
4. Kopsic T. y Sagula AR. Soja. Obtención de concentrado de proteínas, aislada y proteinato sódico, usando harina de extracción nacional, Buenos Aires. Ediciones del Instituto Argentino de Grasas y Aceites. 1-7, 1977.
5. Bertoni M. y Cattáneo P. Sobre la composición de un aislado proteico de harina integral de semilla de lino. Anales Asoc. Quím. Argentina, 61:129-133, 1973.
6. Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis of the AOAC 12th de. Washington, D.C. The Association, 1975.
7. Kinsella JE. Functional properties of soy proteins. J. Am. Oil Chemists' Soc. 56:242-258, 1979.
8. Johnson DW. Functional properties of oilseed proteins. J. Am. Oil Chemists' Soc. 47:402, 1970.
9. Torgersen H. and Toledo RT. Physical properties of protein preparations related to their functional characteristics in Comminuted Meat Systems. J. of Food Sci. 42:1615-1620, 1977.
10. Kanterewicz de RJ., Pilosof AMR. and Bartholomai GB. A simple method for determining the spontaneous Oil Absorption Capacity of proteins and the kinetics of oil uptake. Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS) 66:809-812, 1989.
11. Yasumatsu K., Sawada K., Moritaka S., Misaki M., Toda J., Wada T. and Ishii K. Whipping and emulsifying. Properties of soybean products. Agr. Biol. Chem. 36:719-727, 1972.
12. Delahaye de EP. Concentrado proteínicos de palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacquin). Proceso de extracción y propiedades funcionales. Arch. Latinoamer. Nutr. 35:509-517, 1985.
13. Dench JE., Nilo Rivas R. and Caygill JC. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) Flour and two protein isolates. J. Sci. Food Agric. 32:557-564, 1981.
14. Kanterewicz de RJ., Elizalde BE., Pilosof AMR. and Bartholomai GB. Water-Oil Absorption Index (WOAI): A simple method for predicting the emulsifying capacity of food proteins. J. of Food Sci. 52:1381-1384, 1987.

Recibido: 26-12-1994

Aceptado: 11-01-1996