

## ***Amaranthus mantegazzianus*. Composición química y valor biológico de la proteína**

*Mirta Lucas de Arellano*<sup>1</sup>, *Gabriela B. Scognamillo*<sup>1</sup>, *Norma A. García de Lúquez*<sup>2</sup>  
y *Sara I. Lúquez de Mucciarelli*<sup>3</sup>

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia  
Area de Bromatología-Ensayo y Valoración de Medicamentos  
Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina

**RESUMEN** El presente estudio tuvo por objeto, establecer la caracterización química de *Amaranthus mantegazzianus*, la determinación de la composición aminoacídica de la proteína, y su evaluación biológica a través de los índices: utilización proteínica neta (UPN), digestibilidad verdadera (DV), valor biológico (VB), relación proteínica neta (RPN) y relación proteínica neta relativa (RPNR).

Se encontró un contenido proteínico (N x 5.85) de 12.54 g/100g, y un cómputo químico (CQ) (Patrón FAO/OMS/UNU 1985) de 74 dado por leucina, el primer limitante.

Las pruebas biológicas arrojaron los siguientes resultados: UPN =  $54 \pm 6.4$ ; DV =  $81 \pm 7.4$ ; VB = 67; RPN =  $2.7 \pm 0.3$  y RPNR = 60.

Los antinutrientes investigados se encontraron en concentraciones no significativas. Cabe destacar el alto valor de la lisina disponible (48 mg/g proteína). Por ello se concluye que esta especie de amaranto constituiría una fuente potencial interesante para la complementación de otros alimentos proteínicos deficientes en este aminoácido.

### INTRODUCCION

La familia Amarantáceas comprende unas 800 especies, e incluye hierbas (raramente arbustos) propias de regiones tropicales y subtropicales, en especial de América, que crecen en habitats húmedos y soleados. Su ciclo vegetativo es breve, y producen gran cantidad de semillas pequeñas en el periodo estival (1).

Están estrechamente relacionadas con las Quenopodiáceas; varias especies de ambas familias se cultivan desde la época precolombina como pseudocereales (2).

**SUMMARY** *Amaranthus mantegazzianus*, **Chemical composition and protein biological value.** The objective of this work was to obtain the raw seed powder from *Amaranthus mantegazzianus*, the evaluation of its chemical and protein amino acid composition using certain biological indexes such as: net protein utilization (NPU), true digestibility (TD), biological value (BV), net protein ratio (NPR) and relative net protein ratio (RNPR). A protein content (N x 5.85) of 12.54 g/100g, and a chemical score (CS) (FAO/OMS/UNU 1985) of 74, represented by leucine as the first limiting amino acid were found. The biological test results obtained were: NPU =  $54 \pm 6.4$ ; TD =  $81 \pm 7.4$ ; BV = 67; NPR =  $2.7 \pm 0.3$  and RNPR = 60.

No significant concentrations of the antinutrients studied were found. The high value of available lysine found is remarkable (48 mg/g protein). Therefore, it is concluded that this species could constitute an interesting potential source to supplement proteins which are deficient in this amino acid.

En la actualidad se llevan a cabo estudios sobre el aprovechamiento industrial de los amarantos, para el potencial mejoramiento de la economía de regiones marginales, y con miras a incrementar el valor de la calidad de la dieta, especialmente en países tropicales.

Si bien los cereales son la mayor fuente alimenticia para la dieta humana, su contenido proteínico medio es bajo (aproximadamente 10%) y, en general, su perfil aminoacídico no es balanceado, estando limitados particularmente en lisina o, como en el caso de sorgo y también trigo, en treonina; o como el maíz, en triptofano. Por otra parte pueden contener un exceso de leucina, lo que incrementa la necesidad de niacina pudiendo ser parcialmente responsable de la pelagra (3).

En el presente trabajo se llevó a cabo el estudio químico y biológico de la harina de semillas de *Amaranthus*

1 Profesor Adjunto Exclusivo, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera 57000, San Luis, Argentina.

2 Profesor Asociado Exclusivo de la citada Facultad.

3 Profesor Extraordinario de dicha Universidad.

*mantegazzianus*, con el fin de evaluar la factibilidad de su utilización como suplementarias de dietas deficitarias en cantidad y calidad proteínica.

## MATERIAL Y METODOS

### Material

Se analizaron las semillas de *Amaranthus mantegazzianus*. Passer cv "Don Juan". (El material fue proporcionado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, provincia de La Pampa, Argentina), y procede de cultivos realizados en parcelas experimentales correspondientes a la cosecha de 1987. Las semillas fueron lavadas con agua, posteriormente se secaron en estufa de aire forzado a 50 °C y, luego fueron sometidas a molienda en un molino Willey. Inmediatamente después fueron tamizadas, pasándolas por tamiz de nylon de 200 µm de abertura, obteniéndose así un producto de color pardo claro.

### Análisis Químicos y Factores Tóxicos

En el producto así obtenido se determinó: humedad, grasas, cenizas y ácido oxálico por los métodos de la AOAC (4). La proteína se estableció por el método de Kjeldahl, modificado por Winkler (5) N x 5.85 (factor experimental determinado para semillas de amaranto (6)). Fósforo y calcio fueron cuantificados según técnicas citadas por Mucciarelli y colaboradores (7). Los azúcares reductores, no reductores y el almidón, se analizaron por la metodología citada en una comunicación anterior (8), el fósforo del ácido fítico por el método Rucci y Bertoni (9). El contenido de sodio, cobre, hierro, zinc y manganeso se evaluó por absorción atómica en un espectrofotómetro (Instrumentation Laboratory aa/ae Spectrophotometer 751).

Los aminoácidos se determinaron en muestras desengrasadas con éter de petróleo durante seis horas, y en caliente. La hidrólisis se llevó a cabo con CIH-6N, en ampollas evacuadas a 110 °C durante 22 horas, y selladas. La cuantificación final se efectuó usando un analizador de aminoácidos Beckman, Modelo 112-CL. Para la determinación de triptofano se utilizó la técnica de Lombard y Lange (10). En contraste, la lisina disponible se valoró por el método de Carpenter (11).

El cálculo de CQ para aminoácidos esenciales y semiesenciales se hizo tomando como referencia la proteína Patrón FAO/OMS/UNU, 1985 (12).

Los análisis de taninos (13), factores antitripticos (14) y actividad ureásica fueron realizados por el método de la AOCS (15).

### Ensayos Biológicos

La evaluación biológica se llevó a cabo utilizando ratas cepa Wistar, distribuidas según su peso entre las dietas experimentales, y se alojaron en jaulas metálicas con fondos

levadizos. Se prepararon dos dietas: una al 10%, y otra al 8% de proteína, la que fue aportada por el material en estudio. Las dietas se prepararon de acuerdo a Sambucetti, Gallegos y Sanahuja (16).

Los ensayos consistieron en la determinación de:

- Relación proteínica neta y relación proteínica neta relativa, (pruebas basadas en el incremento de peso corporal) según la técnica de Bender y Doell (17). La dieta de referencia (caseína) se suplementó al 0.2% con DL-metionina.

- Utilización proteínica neta (basada en la ganancia de nitrógeno corporal), siguiendo el método de Miller y Bender (18).

- La digestibilidad verdadera, se determinó juntamente con la prueba de UPN, y se definió como el nitrógeno absorbido, teniendo en cuenta las pérdidas, calculadas mediante la cuantificación de nitrógeno fecal del lote alimentado con dieta aprotéinica.

El valor biológico, que se estableció por cálculo, como el cociente de UPN y DV.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La composición proximal de las semillas de *Amaranthus mantegazzianus* se detalla en la Tabla 1, de cuyos datos puede inferirse que el contenido proteínico es un tanto bajo, comparado con el dato obtenido por Duarte Correa, Jokl y Carlsson (19), son de 16.9 g/100g. En cuanto a los contenidos de extracto etéreo, cenizas y fibra cruda, no se apreciaron diferencias significativas con los encontrados por estos mismos autores.

TABLA 1  
COMPOSICION QUIMICA DE HARINA DE  
*A. mantegazzianus*

Proteína (N x 5.85) b.s.	12.54 g/100g
Humedad	11.33 g/100g
Extracto etéreo (éter de petróleo) b.s.	7.05 g/100g
Cenizas totales b.s.	3.00 g/100g
Fibra cruda b.s.	2.75 g/100g
Azúcares reductores (como maltosa) b.s.	0.25 g/100g
Azúcares no reductores (como sacarosa) b.s.	1.90 g/100g
Almidón b.s.	48.60 g/100g
Potasio b.s.	240 mg/100g
Sodio b.s.	230 mg/100g
Calcio (como Ca) b.s.	216 mg/100g
Fósforo total (como P) b.s.	570 mg/100g
Relación Ca/P total	0.38

TABLA 2  
FACTORES ANTINUTRICIONALES DE HARINA DE  
*A. mantegazzianus* (EN BASE SECA)

Acido fítico (como P)	395 mg Pfit/100g
Relación $P_{fit}/P_{total}$	69
Taninos (ácido tánico)	560 mg/100g
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	40 mg/100g
Actividad ureásica (pH)	No se detectó
Actividad de antitripsina UTI/mg prot.	12
Acido oxálico	No se detectó

TABLA 3  
VALORES DE CONCENTRACION DE  
MICROELEMENTOS EN *A. mantegazzianus*  
(EN BASE SECA, mg/100g)

Cobre (Cu)	0.60
Zinc (Zn)	3.30
Manganeso (Mn)	2.03
Hierro (Fe)	2.50

La relación Ca/P, aunque ligeramente superior a la referida por Bertoni et al. (20), sigue siendo baja en relación al valor óptimo señalado por organismos internacionales para fines nutricionales.

En la Tabla 2 se expresa la relación P fítico/P total, siendo en este caso mayor que la informada por Bertoni et al., con un valor de 49, para la misma especie vegetal (20). La concentración de taninos, expresada como ácido tánico, es similar a lo expuesto por otros autores (19, 21). La concentración de nitratos es baja, no detectándose actividad ureásica ni presencia de acido oxálico y la actividad de antitripsina (UTI/mg proteína) es menor a la citada en la literatura (19, 20).

Los valores de concentración de microelementos se consignan en la Tabla 3, siendo éstos similares a los encontrados en un estudio de semillas crudas de *A. cruentus* (22).

El perfil aminoacídico de las semillas (Tabla 4), indica que la proteína tiene un buen balance, siendo destacable el contenido de lisina (56 mg/g proteína). La proteína -que presenta un CQ de 74 tomando como referencia FAO/OMS/UNU, 1985 (12)-, tiene un primer aminoácido limitante, la leucina, siendo el segundo limitante los aminoácidos azufrados, cuyo CQ es de 80. Estos resultados coinciden con lo publicado por otros autores en relación a los amarantos (23). La limitación en aminoácidos azufrados es mucho menor que lo informado por Bressani (21). Teniendo en cuenta su buen contenido de lisina, así como su disponibilidad de 83%, *A. mantegazzianus* sería un buen complemento para granos de maíz y otros cereales de reconocida carencia en este aminoácido.

TABLA 4  
COMPOSICION AMINOACIDICA DE LA PROTEINA DE  
*A. mantegazzianus*

Aminoácido Patrón	FAO/OMS/UNU 1985 (mg/g proteína)	<i>A. mantegazzianus</i> mg/g proteína	CQ
Isoleucina	28	40	> 100
Leucina	66	49	74
Lisina	58	56	97
Aminoácidos azufrados	25	20	80
Aminoácidos aromáticos	63	78	> 100
Treonina	34	37	> 100
Triptofano	11	11	100
Valina	35	46	> 100
Lisina disponible		48	

TABLA 5  
VALORES BIOLÓGICOS DE HARINA DE  
*A. mantegazzianus*

UPN	54 ± 6.4 <sup>1</sup>
DV	81 ± 7.4
VB	67
RPN	2.7 ± 0.3
RPNR	60

<sup>1</sup> M ± DE.

La evaluación biológica de la calidad de la proteína realizada a través de UPN, DV, VB, RPN y RPNR, cuyos resultados se exponen en la Tabla 5, permiten inferir que el aprovechamiento nitrogenado es ligeramente bajo, teniendo en cuenta el perfil aminoacídico de la proteína. Esta falta de concordancia, ya observada en *A. cruentus* (22), posiblemente, es imputable a la no disponibilidad de algunos aminoácidos. La digestibilidad es buena, siendo su valor similar al obtenido para *A. cruentus* (22).

En cuanto al RPN, su valor resultó ser ligeramente superior al encontrado por Bressani para distintas especies de amarantos (21). Al relacionar este índice con el obtenido para caseína, se obtuvo un valor del 60%.

Nuestro propósito es continuar estudiando éstas y otras especies de *Amaranthus* (incluyendo especies silvestres aún no investigadas) fundamentalmente en lo referente a su valor como complemento a cereales, sometiendo a ensayo, para el caso, distintos niveles de sustitución.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean dejar constancia de que este trabajo fue subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica, Ministerio de Educación y Justicia y por la Universidad Nacional de San Luis (Argentina). Expresan, asimismo, su reconocimiento al Ingeniero Guillermo Covas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, provincia de La Pampa, República Argentina, por haberles proporcionado el material objeto de estudio.

#### REFERENCIAS

- Grubben, GJ The cultivation of amaranth as a tropical leaf vegetable. Department of Agricultural Research of the Royal Tropical Institute Amsterdam. Communication 67, 1976.
- Hunziker, AT Los Pseudocereales de la Agricultura Indígena de América. Buenos Aires, Ed. Acme Agency, 1952, p. 11-37.
- Duarte Correa, A, J Lieselotte & R Carlsson. Amino acid composition of some *Amaranthus* sp. grain proteins and of its fractions. Arch Latinoamer Nutr, 36: 466-476, 1986.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed., Washington, D.C, The Association, 1975.
- Jacobs, MB The Chemical Analysis of Foods Products. New York, N.Y., Krieger Publishing Co. Inc., 1973, p. 34.
- Becker, R, EL Wheeler, K Lorenz, A E Stafford, OK Grosjean, AA Betschart & RM Saunders. A compositional study of amaranth grain. J Food Sci, 46: 1175-1180, 1981.
- Mucciarelli, SIL de, JA Cid, MM Pedernera, MAL. Arellano & C Guardia. Composición química y valor nutritivo de las especies de *Prosopis* (*P. caldenia* y *P. torquate*) J Rev Asoc Bioq Arg (ABA), 46: 110, 1982.
- Mucciarelli SIL de, JA Cid, MAL de Arellano, S Fernández & NG Lúquez. Calidad biológica del aislado proteínico de hojas de *Atriplex nummularia*. Arch Latinoamer Nutr, 35: 458-465, 1985.
- Rucci, AO & MH Berton. Determinación de ácido fólico en subproductos de semillas de girasol. Anales Asoc Quim Argentina, 62: 365-368, 1974.
- Lombard, JH & DJ Lange. The chemical determination of tryptophan in food and mixed diets. Anal Biochem, 10: 260-265, 1965.
- Carpenter, KJ. The estimation of available lysine in animal protein foods. Biochem J, 77: 604-610, 1960.
- Organización Mundial de la Salud. Necesidades de Energía y de Proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos, Ginebra, OMS, 1985. (Serie de Informes Técnicos No. 724).
- Agulló, E & MS Rodríguez. Método espectrofotométrico indirecto para la determinación de taninos en grano de sorgo. Anales Asoc Quim Argentina, 75: 125-129, 1987.
- Bouzas, JO & MH Berton. Evaluación de la actividad antitriptica en productos de soja. Ajuste del método con sustrato sintético. Anales Asoc Quim Argentina, 68: 81-93, 1980.
- AOCS. Tentative Method Ba 9-58. Sampling and Analysis of Oilseed by Products, p. 1-2.
- Sambucetti, ME, G. Gallegos JC Sanahuja. Estudio de la proteína extraída de semillas de lino. Valor nutritivo e inocuidad. Arch Latinoamer Nutr, 23: 79-94, 1973.
- Bender, AE & BH Doell. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. Brit J Nutr, 11: 138-143, 1957.
- Miller, DS & AE Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. Brit J. Nutr, 9: 382-388, 1955.
- Duarte Correa, A, L Jkl & R. Carlsson. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains. Arch Latinoamer Nutr, 36: 319-326, 1986.
- Berton, MH, RG Gómez, P Cattaneo & G Covas. Estudios sobre semilla de especies americanas de *Amaranthus*-II. Harinas de extracción de *A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. mantegazzianus*. An Asoc Quim Argentina 72 (6): 597-605, 1984.

21. Bressani, R, LG Elias, J González & R Gómez-Brenes. The chemical composition and protein quality of amaranth grain germ plasm in Guatemala. Arch Latinoamer Nutr, 37: 364-377, 1987.
22. Arellano, M, N Lúquez, G Scognamillo & S Mucciarelli. Semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*). Valor potencial alimenticio. Enviado para publicación a la Revista Chilena de Nutrición, 1989.
23. Teutónico, RA & D Knorr. Amaranth: Composition, properties and applications of a rediscovered food crop. Food Technol, 39: 44-60, 1985.