

# **Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo**

## **I. Composición química y suplementación del granillo de trigo con aminoácidos**

**LUIZ G. ELÍAS<sup>1</sup> Y RICARDO BRESSANI<sup>2</sup>**  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, C. A.

### **RESUMEN**

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de evaluar la proteína del granillo de trigo, subproducto de la industria harinera, de uso potencial en la alimentación humana.

Se estudiaron dos tipos de granillo, blanco y oscuro, y los resultados revelaron diferencias en su composición química, contenido de lisina y metionina, y valor de su proteína. El granillo oscuro acusó más proteína y lisina que el granillo blanco y aproximadamente la misma cantidad de metionina.

Aun cuando los estudios biológicos realizados con el granillo blanco fueron hasta cierto punto limitados, se logró demostrar que su proteína es deficiente en lisina, metionina y treonina; los resultados sugieren que la lisina es el aminoácido limitante en mayor grado. Aparentemente, la proteína del granillo oscuro es limitante en metionina, en primer término, seguida de treonina y valina. La adición simultánea de estos tres aminoácidos tuvo como resultado un producto de alto valor proteínico que —al suplementarse además con triptofano y lisina— incluso superó el de la caseína. Se estima que esta información puede ser valiosa como guía para la utilización del granillo de trigo en la formulación de productos alimenticios destinados a consumo humano.

---

1 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

2 Jefe de la misma División.

Publicación INCAP E-447.

Recibido: 1-12-1969

## INTRODUCCION

La industria de los cereales cuenta con una serie de subproductos derivados de su procesamiento, cuya composición química sugiere la posibilidad de aprovecharlos en la alimentación humana. Sin embargo, uno de los factores que ha influido en su baja utilización es la falta de investigaciones básicas acerca de sus propiedades químicas y nutritivas, *per se* o en combinación con otros alimentos.

Todos estos subproductos aportan cantidades significativas de proteína, vitaminas y otros nutrientes, y se usan corrientemente en la industria de alimentos para animales. Igual significado podrían tener utilizándose en la nutrición humana, ya que se ha comprobado que dichos subproductos tienen un valor nutricional superior al del producto principal derivado del proceso.

Entre los diversos subproductos industriales, el granillo de trigo ofrece buenas perspectivas dadas sus características químicas y nutritivas. El granillo es la fracción del grano que —después de eliminar las capas de afrecho y el germen— se obtiene en cantidades equivalentes al 14-15% del grano procesado (1). Teniendo esto en cuenta se llevó a cabo esta investigación con el fin de analizarlo desde el punto de vista de su composición química y establecer posibles deficiencias en cuanto a su contenido de aminoácidos esenciales.

## MATERIAL Y METODOS

El granillo se obtuvo en molinos de Guatemala donde se procesa el trigo, y fue clasificado en dos tipos de acuerdo a las fracciones anatómicas del grano y en base a su color: granillo blanco y granillo oscuro. El granillo blanco está formado principalmente por la capa aleurónica del grano, con pequeñas partículas del afrecho, del germen y de la harina; el granillo oscuro está constituido por las partículas finas del afrecho y del germen, con muy poco del granillo blanco. Todas las muestras fueron analizadas para determinar su composición química proximal, usando los métodos de la A.O.A.C. (2). El contenido de lisina y metionina se estableció mediante procedimientos microbiológicos, usándose en este caso medio Difco y *Leuconostoc mesenteroides* P-60.

Las pruebas biológicas se llevaron a cabo en ratas blancas de la raza Wistar, de la colonia del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Se formaron grupos experimentales de 8 animales de ambos sexos cada uno, con un peso promedio inicial igual para todos los grupos.

El período de ensayo fue de 28 días, durante el cual se llevó un registro semanal de la ganancia en peso y del consumo de alimentos con miras a calcular el índice de eficiencia proteínica. Los animales fueron alojados en jaulas individuales con fondos elevados de tela metálica y todos consumieron la comida y el agua *ad libitum*. La dieta basal utilizada en los ensayos biológicos fue diseñada de modo que contuviera 10% de proteínas provenientes del granillo blanco y oscuro. Los demás ingredientes, en términos de porcentaje, fueron: mezcla de minerales Hegsted, 4.0 (3); aceite de semilla de algodón, 5.0; aceite de hígado de bacalao, 1.0, y almidón de maíz, en cantidades suficientes para ajustar 100 g. Los diferentes aminoácidos se agregaron a expensas del almidón de maíz, sin corregir por el nitrógeno proveniente de los aminoácidos, cantidad que es insignificante. Para propósitos de comparación, en los ensayos biológicos se usó caseína como proteína de referencia.

## RESULTADOS

Los datos correspondientes a la composición química proximal y contenido de lisina y metionina del granillo, blanco y oscuro, se exponen en el Cuadro N<sup>o</sup> 1, donde se observa que el granillo oscuro tiene más proteína, grasa, fibra cruda y ceniza que el granillo blanco. El contenido de lisina, expresado en por ciento, también es significativamente más alto en el granillo oscuro, mientras que ambos materiales tienen cantidades similares de metionina.

Los resultados obtenidos al suplementar el granillo blanco con algunos aminoácidos esenciales se detallan en el Cuadro 2, observándose que la dieta basal indujo una ganancia ponderal de 32 g y un índice de eficiencia proteínica (IEP) de 0.98. Al agregarse metionina se obtuvieron valores esencialmente iguales a los que produjo la dieta basal. Sin embargo, la adición de lisina a la dieta basal con metionina resultó en un aumento significativo, tanto de la ganancia ponderal como del IEP. El

agregado de los demás aminoácidos a la dieta basal ya suplementada con lisina y metionina sugiere que hay un efecto benéfico adicional con el suplemento de treonina y triptofano; en este caso la ganancia ponderal fue de 90 g y el IEP de 2.20, parámetros éstos que fueron mejorados por la adición posterior de valina. Con la dieta de caseína el aumento en peso fue de 110 g y la eficiencia proteínica de 2.73.

En el Cuadro N° 3 se exponen los resultados obtenidos al suplementar el granillo oscuro con lisina, metionina y treonina. En este caso, la dieta basal por sí sola produjo un incremento de 113 g y un IEP de 2.04. De los aminoácidos agregados individualmente, ninguno indujo cambios significativos en el peso ni en el IEP.

La adición simultánea de los tres aminoácidos estudiados tuvo como resultado una ganancia ponderal de 128 g y un IEP de 2.28.

CUADRO N° 1

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL Y CONTENIDO DE LISINA Y METIONINA DEL GRANILLO DE TRIGO BLANCO Y OSCURO

Componentes	Granillo de trigo	
	Blanco	Oscuro
Humedad, g %	12.7	12.2
Grasa, g %	3.9	6.5
Fibra cruda, g %	3.6	7.7
Proteína <sup>1</sup> , g %	16.0	19.0
Cenizas, g %	2.3	4.1
Lisina <sup>2</sup> , g/g N	0.091	0.162
Metionina <sup>2</sup> , g/g N	0.054	0.047

<sup>1</sup> Para convertir nitrógeno a proteína se empleó el factor 6.25.

<sup>2</sup> Proteína de referencia de la FAO: Lisina = 0.270 g/g N  
Metionina = 0.270 g/g N

CUADRO Nº 2

SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS<sup>1</sup> DE LA DIETA BASAL  
ELABORADA CON GRANILLO BLANCO DE TRIGO

Dieta	Proteína en la dieta %	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica <sup>2</sup>
Basal con granillo blanco	11.9	32	0.98
Basal + 0.2% metionina	11.5	27	0.99
Basal + 0.2% metionina + 0.2% lisina	12.2	85	1.95
Basal + 0.2% metionina + 0.2% treonina	11.9	32	1.08
Basal + 0.2% metionina + 0.2% lisina + 0.2% treonina + 0.1% triptofano	11.5	90	2.20
Basal + 0.2% metionina + 0.2% lisina + 0.2% treonina + 0.1% triptofano + 0.2% valina	11.4	101	2.35
Caseína	11.3	110	2.73

Peso promedio inicial: 44 g.

<sup>1</sup> Se utilizó: DL-metionina; L-lisina HCl; DL-treonina; DL-triptofano y DL-valina.

<sup>2</sup> Gramos de aumento de peso/gramo de proteína consumida.

CUADRO Nº 3

SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS<sup>1</sup> DE LA DIETA BASAL  
ELABORADA CON GRANILLO OSCURO DE TRIGO

Dieta	Proteína en la dieta %	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica <sup>2</sup>
Basal con granillo oscuro	12.2	113	2.04
Basal + 0.2% lisina	12.7	115	1.96
Basal + 0.2% metionina	11.8	114	2.20
Basal + 0.2% treonina	11.4	109	1.98
Basal + 0.2% lisina + 0.2% metionina	12.8	109	1.91
Basal + 0.2% metionina + 0.2% treonina	12.1	113	2.19
Basal + 0.2% lisina + 0.2% metionina + 0.2% treonina	12.9	128	2.28

Peso promedio inicial: 47 g.

<sup>1</sup> Se utilizó: L-lisina HCl; DL-metionina y DL-treonina.

<sup>2</sup> Gramos de aumento de peso/gramo de proteína consumida.

CUADRO N° 4

SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS<sup>1</sup> DE LA DIETA ELABORADA  
CON GRANILLO OSCURO DE TRIGO

Dieta	Proteína en la dieta %	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica <sup>2</sup>
Basal con granillo oscuro	11.4	106	2.15
Basal + 0.2% lisina	12.0	101	1.93
Basal + 0.1% triptofano	12.1	99	1.94
Basal + 0.2% treonina	11.5	112	2.16
Basal + 0.2% valina	11.6	100	1.98
Basal + 0.2% lisina + 0.1% triptófano	11.3	99	2.05
Basal + 0.2% lisina + 0.2% treonina.	11.8	111	2.16
Basal + 0.2% lisina + 0.1% triptofano + 0.2% treonina	11.3	107	2.27
Basal + 0.2% lisina + 0.1% triptofano + 0.2% valina	11.8	100	2.07
Basal + 0.2% lisina + 0.1% triptofano + 0.2% valina + 0.2% treonina	11.7	114	2.21

Peso promedio inicial: 48 g.

<sup>1</sup> Se utilizó: L-lisina HCl; DL-triptofano; DL-valina y DL-treonina.

<sup>2</sup> Gramos de aumento de peso/gramo de proteína consumida.

CUADRO Nº 5  
SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS<sup>1</sup> DEL GRANILLO  
OSCURO DE TRIGO

Dieta	Proteína en la dieta %	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica <sup>2</sup>
Basal con granillo oscuro	10.4	108	2.31
Basal + 0.1% triptofano	10.7	120	2.38
Basal + 0.2% lisina + 0.2% treonina + 0.2% metionina	10.8	139	2.77
Basal + 0.1% triptofano + 0.2% lisina + 0.2% treonina + 0.2% metionina	10.8	139	2.76
Basal + 0.2% valina	10.1	125	2.50
Basal + 0.2% lisina + 0.2% metionina + 0.2% valina + 0.2% treonina	11.2	143	2.60
Basal + 0.1% triptofano + 0.2% valina	10.4	122	2.44
Basal + 0.1% triptofano + 0.2% lisina + 0.2% metionina + 0.2% valina + 0.2% treonina	9.9	143	3.14
Caseína	9.5	135	3.07

Peso promedio inicial: 50 g.

<sup>1</sup> Se utilizó: DL-triptofano; L-lisina HCl; DL-treonina; DL-metionina y DL-valina.

<sup>2</sup> Gramos de aumento de peso/gramo de proteína consumida.

Los datos resultantes de la suplementación del granillo oscuro con otros aminoácidos se resumen en el Cuadro N° 4. Según se aprecia, el agregado individual de lisina, triptofano, treonina y valina a la dieta basal no se tradujo en ninguna mejora en los parámetros medidos, en comparación con los obtenidos con la dieta basal libre del suplemento. Las combinaciones de aminoácidos estudiadas tampoco indujeron ningún aumento significativo en el crecimiento de los animales o en la eficiencia de la proteína.

Ya que los resultados de suplementación de los experimentos anteriores indican que la adición de metionina y de treonina (Cuadros Nos. 3 y 4) juntamente con lisina, producían una ligera mejora en los parámetros medidos, se juzgó de interés llevar a cabo otro experimento con miras a determinar el efecto de varias combinaciones de aminoácidos sobre el valor nutritivo del material bajo estudio. Los hallazgos correspondientes en el Cuadro N° 5 revelan que en este caso los parámetros medidos acusaron un pequeño incremento al agregar triptofano y valina individualmente. Según se observa, de todas las combinaciones usadas, aquellas que contienen lisina, metionina y treonina dieron los mayores incrementos en peso y los índices de eficiencia proteínica más altos. Los resultados de suplementar la dieta basal con los cinco aminoácidos estudiados fueron una ganancia ponderal de 143 g y un IEP de 3.14, en contraste con 108 g y 2.31, respectivamente, obtenidos con la dieta basal libre de suplementación. La ración control de caseína produjo un aumento en peso de 135 g y un IEP de 3.07.

## DISCUSION

Las especificaciones químicas establecidas para el granillo de trigo (4), subproducto de la molienda del trigo, señalan un contenido máximo de 15% de humedad y un valor máximo de 6% de fibra cruda. En el caso de los dos tipos de granillo incluidos en este estudio, los resultados obtenidos caen dentro de estos límites, salvo en lo que respecta a la cantidad ligeramente elevada de fibra cruda que acusó el granillo oscuro. Según revelan los datos, ambos contienen una cantidad razonable de proteína que desde el punto de vista práctico representa una ventaja para utilizarlos en la elaboración de pro-

ductos alimenticios para animales y, posiblemente también, para la alimentación humana.

Estudios llevados a cabo por Cane *et al.* (5, 6) en los cuales analizaron 4 tipos de granillo de trigo, y las investigaciones de Elías y Bressani (7) demostraron variación en el contenido de proteínas de las muestras, si bien las cantidades de fibra cruda, grasa y ceniza eran relativamente constantes. Estos datos corroboran los resultados del presente estudio en cuanto a los dos tipos de granillo estudiados. Otros investigadores han notificado hallazgos similares a este respecto, y también manifiestan haber encontrado mayores cantidades de vitaminas, minerales y aminoácidos en los subproductos de la molienda del grano de trigo, que en la propia harina del cereal (8).

En el caso del granillo de trigo, los mismos autores (8) constataron que en comparación con la harina de trigo, después del germen, el granillo es la fracción más rica en aminoácidos esenciales.

Otros investigadores (9) han establecido un contenido más alto de lisina, triptofano y arginina en los subproductos del trigo que en otras fuentes de proteínas vegetales usadas como comparación.

Las diferencias en cuanto a lisina, determinadas en el granillo blanco y en el granillo oscuro, concuerdan con los hallazgos de otros investigadores a este respecto (8).

Los resultados biológicos concernientes a la suplementación del granillo blanco con aminoácidos indican que éste es deficiente en lisina, metionina y treonina, lo que también sucede en el caso del granillo de color oscuro. Sin embargo, el valor proteínico del último es superior al del granillo blanco, a juzgar por los aumentos en peso y mejores índices de eficiencia de la proteína que se obtuvieron con el agregado de los tres aminoácidos. Las diferencias en calidad nutritiva pueden explicarse a partir de la composición de aminoácidos de los dos subproductos estudiados (8). No obstante, los resultados obtenidos con la experimentación biológica señalan la necesidad de diferenciar los dos tipos de granillo, previo a su utilización en mezclas alimenticias.

Los resultados indican que el granillo oscuro representa una buena fuente de suplementación para los cereales en general, ya que la lisina no es el aminoácido limitante, como ocu-

rre en los cereales (10, 11). Sin embargo, en lo que a las leguminosas se refiere, su deficiencia en metionina limitaría su uso, considerando que éstas son generalmente deficientes en metionina (12). Como ya se indicó, la proteína del granillo oscuro es deficiente en metionina, treonina y valina. Además de estos tres aminoácidos, la adición de triptofano y lisina mejora el valor de la proteína, hecho sugerente de que estos aminoácidos se vuelven limitantes cuando se ha suplementado con los anteriores. En este sentido es de interés señalar que algunos autores han encontrado que la proteína de la harina de trigo responde a la adición de estos aminoácidos usando balance de nitrógeno en niños (13, 14).

La importancia práctica de estos hallazgos es obvia, puesto que el mejor conocimiento de su composición química y valor nutricional permitirá un uso más eficiente de estos subproductos en la alimentación humana y animal.

## SUMMARY

### Protein value of by-products of the wheat industry

#### 1. Chemical composition and amino acid supplementation of wheat shorts

Studies were carried out to evaluate the quality of the protein in wheat-shorts, a by-product from the wheat-milling industry, as a potential source of protein for human feeding.

Two kinds of wheat-shorts were studied, a white and a dark one; the results obtained indicated differences in the chemical composition, in the amount of lysine and methionine and in the nutritive value of the proteins. The dark product had a higher content of protein and lysine as compared with the white one; the methionine content was similar in the two materials.

From limited biological trials carried out with the white wheat-shorts it was possible to demonstrate that lysine, methionine and threonine are the most deficient amino acids in this protein, lysine being the most limiting one.

In case of the dark wheat-shorts, methionine seems to be the first limiting amino acid, followed by threonine and valine. The simultaneous addition of these three amino acids resulted in a product of a high biological value, further improved by the supplementation with tryptophan and lysine, giving a higher protein utilization as compared with the casein diet.

It is believed that the data obtained in this study can be a useful guide for the utilization of wheat-shorts in the formulation of food products for human consumption.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Matz, S. A. (Ed.).—*The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Co., Inc., 1959.
- (2) Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis*. 8th ed. Washington, D. C., 1955.
- (3) Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
- (4) Farrell, E. P., A. Ward, G. D. Miller & L. A. Lovett.—Extensive analyses of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. I. Amounts and analyses. *Cereal Chem.*, 44: 39-47, 1967.
- (5) Cane, N. A. G., S. J. Slinger, J. D. Summers & G. C. Ashton.—The nutritional value of wheat milling by-products for the growing chick. I. Availability of energy. *Cereal Chem.*, 42: 523-532, 1965.
- (6) Cane, N. A. G., J. D. Summers, S. J. Slinger & G. C. Ashton.—The nutritional value of wheat milling by-products for the growing chick. II. Evaluation of protein. *Cereal Chem.*, 42: 533-538, 1965.
- (7) Elías, L. G. & R. Bressani.—Uso de recursos alimenticios centro-americanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos subproductos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. *Turrialba*, 20: 166-170, 1970.
- (8) Waggle, D. H., M. A. Lambert, G. D. Miller, E. P. Farrell & C. W. Deyoe.—Extensive analyses of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. II. Amino acids, minerals, vitamins and gross energy. *Cereal Chem.*, 44: 48-60, 1967.
- (9) Barton-Wright, E. C. & T. Moran.—The microbiological assay of amino acids. II. The distribution of amino acids in the wheat grain. *Analyst*, 71: 278-280, 1946.
- (10) Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani & C. Albertazzi.—Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 27-38, 1968.
- (11) Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham.—Suplementación, con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 123-134, 1968.
- (12) Bressani, R., L. G. Elías & A. T. Valiente.—Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Brit. J. Nutrition*, 17: 69-78, 1963.
- (13) Bressani, R., D. L. Wilson, M. Béhar & N. S. Scrimshaw.—Supplementation of cereal proteins with amino acids. III. Effect of amino acid supplementation of wheat flour as measured by nitrogen retention of young children. *J. Nutrition*, 10: 176-186, 1960.
- (14) Bressani, R., D. Wilson, M. Béhar, M. Chung & N. S. Scrimshaw. Supplementation of cereal proteins with amino acids. IV. Lysine supplementation of wheat flour fed to young children at different levels of protein intake in the presence and absence of other amino acids. *J. Nutrition*, 79: 333-339, 1963.