

# ENRIQUECIMIENTO DE LA HARINA DE TRIGO CON HARINAS DE SOJA Y GIRASOL PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS DE PANADERIA

*M. E. Sambucetti, G. G. de Scicli y J. C. Sanahuja*

Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental,  
Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Universidad de Buenos Aires, Argentina.

## RESUMEN

Con el objeto de mejorar el valor nutritivo de la proteína del trigo, se suplementó harina de trigo (HT), con harinas desengrasadas de soja (HS) y de girasol (HG). De acuerdo a su composición en aminoácidos esenciales, la mezcla de mayor valor biológico (86) expresado como Cómputo Químico, resultó ser la integrada por 60% de HT + 28% de HS + 12% de HG. Con la mezcla se prepararon los siguientes productos: a) Galletas tipo marineras, cocidas en horno de panadería tradicional y b) galletitas saladas (crackers) cocidas en horno eléctrico continuo. Productos comerciales similares, elaborados con harina de trigo, se incluyeron en el estudio como controles.

En las materias primas y en la mezcla cruda se determinó la composición química y el contenido en lisina, metionina, cistina y treonina totales y lisina disponible. En los productos elaborados se determinó proteínas, lípidos y lisina disponible. El valor nutritivo de los últimos se obtuvo mediante la determinación de la UPNop a partir de la cual se calculó la UPNst.

Los resultados mostraron que los productos elaborados con la harina de trigo enriquecida tenían un contenido proteico superior en un 60% con respecto a sus controles. En cuanto a la calidad de la proteína, se pudo observar que la disponibilidad de la lisina disminuyó por efecto del calentamiento en diferente grado de acuerdo al proceso de cocción. Como consecuencia, el valor nutritivo de los productos fue menor que el calculado para la mezcla cruda. El producto b alcanzó el mayor valor de UPNst (56.4) sobrepesando el correspondiente a su control (33.3) y al del producto a (53.5).

Estos resultados y la buena aceptabilidad obtenida en el producto b, destacan el hecho de que el enriquecimiento de galletitas sin azúcar con concentrados de soja y girasol en la proporción señalada, contribuirían significativamente a cubrir los requerimientos proteicos en la dieta infantil.

Recibido: 2-12-75.

## INTRODUCCION

El trigo es el cereal de mayor consumo en la República Argentina, principalmente en productos de panadería y pastas. Si bien las características funcionales del gluten de trigo son imponderables para una correcta panificación, su baja concentración y pobre valor biológico han sido motivo de estudio para lograr productos de mayor valor nutritivo particularmente en aquellas zonas donde las proteínas de elevada calidad son de difícil acceso a la población. Con este fin, en diferentes países se han desarrollado investigaciones sobre el enriquecimiento de la harina de trigo con concentrados proteicos entre los cuales cobran real importancia, por su valor nutritivo y económico, las harinas de oleaginosas tales como soja, maní, algodón, sésamo y girasol. La mayor parte de estos trabajos se ha orientado hacia la obtención de pan, ya que este es un alimento básico para muchos pueblos<sup>(1)(8)</sup>.

El aumento del valor nutritivo de otros productos de panadería, tales como galletitas y bizcochos, ha sido motivo de estudio recién en los últimos años<sup>(4)(9)</sup>.

Efectivamente, estos productos gozan de un consumo cada vez más extensivo, a la vez que su conservación prolongada permite su producción en gran escala y facilita su distribución.

Por estas razones nos ha parecido de interés enriquecer la harina de trigo para la fabricación de galletas y galletitas saladas, con concentrados proteicos provenientes de oleaginosas. Entre ellas, la soja y el girasol, debido a su concentración en lisina y en aminoácidos azufrados, respectivamente, aparecen como fuentes proteicas adecuadas para el enriquecimiento de alimentos a base de trigo. Por esa razón se diseñó una mezcla de harina de trigo y harinas desengrasadas de soja y girasol con la que se trató de obtener productos de mayor valor nutritivo que los habituales y de características organolépticas aceptables.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó harina de trigo blanca (HT) y harinas desengrasa-

das de soja (HS) y de girasol (HG). Estas últimas se obtuvieron por molienda y posterior tamizado (tamiz No. 50) de las harinas comerciales provenientes de la industria aceitera.

Teniendo en cuenta que los aminoácidos críticos en la proteína final serían lisina, azufrados y treonina, se calculó una mezcla de máximo valor biológico de acuerdo al contenido de dichos aminoácidos en las materias primas señaladas, según el método de H.K. Henderickx y col.<sup>(10)</sup>. Esa mezcla se obtuvo con: 60 partes de harina de trigo, 28 partes de harina desengrasada de soja y 12 partes de harina desengrasada de girasol.

Con ella se elaboraron dos tipos de productos:

- a) Galletas tipo marinera, cocida en horno de panadería tradicional,
- b) Galletitas saladas (crackers), cocidas en horno eléctrico continuo.

En el estudio se incluyeron como controles los productos comerciales del mismo tipo que los anteriores señalados, elaborados con harina de trigo (100 %).

**Composición:** En las materias primas y en la mezcla cruda se realizaron las siguientes determinaciones: humedad, proteínas, lípidos, cenizas y fibra cruda por los métodos del AOAC<sup>(11)</sup>. Lisina, metionina, cistina y treonina por método microbiológico<sup>(12)</sup>. La cepa empleada fue el *Leuconostoc mesenteroides* ATCC-8042. Lisina disponible por el método de Carpenter modificado<sup>(13)</sup> <sup>(14)</sup>.

En los productos elaborados se determinó el contenido de proteínas, lípidos y lisina disponible por los métodos ya señalados.

**Valor nutritivo de la proteína:** Con los valores obtenidos en la determinación de los aminoácidos esenciales mencionados se calculó el Cómputo Químico<sup>(15)</sup> usando como referencia la distribución provisional de aminoácidos esenciales de la FAO, de 1973<sup>(16)</sup>.

Sobre los productos elaborados con la mezcla y sus controles sir enriquecer, se determinó la Utilización Proteica Neta operativa mediante el método de Miller y Bender<sup>(17)</sup>. Los ensayos se hicieron por duplicado con lotes de cuatro ratas cada uno, de

la cepa Wistar. Acerca de la composición de las dietas se hará referencia en los resultados.

Para la determinación del nitrógeno corporal se empleó la ecuación que corresponde a nuestra colonia de ratas:  $Y = 2.76 + 0.0293X^{(18)}$ , en la cual Y representa la relación N/H<sub>2</sub>O y X la edad de los animales.

A partir del valor calórico de las dietas problema, obtenido por bomba calorimétrica<sup>(19)</sup> y del valor del UPNop se calculó la UPNst<sup>(20)</sup>.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la composición centesimal de la harina de trigo (HT) y de las harinas desengrasadas de soja (HS) y de girasol (HG).

En la Tabla 2 se observa el contenido en lisina, metionina y treonina por 16 g de Nitrógeno de las materias primas antes señaladas, como así también el Cómputo Químico.

TABLA 1  
COMPOSICION CENTESIMAL DE LA HARINA DE TRIGO (HT)  
Y DE LAS HARINAS DESENGRASADAS DE SOJA (HS)  
Y DE GIRASOL (HG)

	HT	HS	HG
	g/100 g		
Humedad	12.40	10.60	9.20
Proteínas	13.00	45.90	46.40
Lípidos	3.10	2.30	3.60
Cenizas	0.90	5.90	6.00
Fibra cruda	0.40	4.20	8.10
Hidratos de carbono (x)	70.20	31.10	25.70

(x) Obtenidos por diferencia.

TABLA 2

**CONTENIDO EN LISINA, CISTINA, METIONINA, TREONINA  
Y COMPUTO QUIMICO DE LA HARINA DE TRIGO (HT) Y DE LAS  
HARINAS DESENGRADAS DE SOJA (HS) Y DE GIRASOL (HG)**

	HT	HS	HG
		g/16 g N	
Lisina	1.50	6.70	3.40
Cistina	1.90	1.13	2.15
Metionina	1.50	1.05	2.20
Treonina	2.20	4.03	3.74
Cómputo Químico	27	62	62

TABLA 3

**COMPOSICION CENTESIMAL DE LA HARINA DE TRIGO (HT)  
Y DE LA MEZCLA (60%HT + 28%HS + 12%GH)**

	HT	MEZCLA 60%HT + 28%HS + 12%HG
		g/100 g
Humedad	12.40	10.40
Proteínas	13.00	26.20
Lípidos	3.10	2.60
Fibra cruda	0.40	2.40
Cenizas	0.90	2.60
Hidratos de carbono (x)	70.20	55.80

(x) Obtenidos por diferencia.

En la Tabla 3 se puede comparar la composición centesimal de la harina de trigo y de la mezcla (60 % HT + 28 % HS + 12 % HG). En ésta última se observa que, con respecto a la harina de trigo, se ha duplicado la concentración de proteínas. Asimismo se puede señalar que debido a la composición de las materias primas, la mezcla resultó con un mayor contenido en fibra cruda y cenizas, asemejándose a una harina integral.

En cuanto al contenido en lisina, aminoácidos azufrados, treonina y Cómputo Químico, que muestra la Tabla 4, se observa un aumento en éste de alrededor de tres veces en la mezcla, a causa de un mayor contenido en los aminoácidos indicados.

TABLA 4

CONTENIDO EN LISINA, AMINOACIDOS AZUFRADOS, TREONINA Y COMPUTO QUIMICO DE LA HARINA DE TRIGO (HT), DE LA MEZCLA (60%HT + 28%HS + 12%HG) Y DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDOS ESENCIALES FAO (1973)

	HT	MEZCLA	FAO
		(60%HT + 28%HS + 12%HG)	
g/16 g N			
Lisina	1.50	4.70	5.50
Aminoácidos azufrados	3.40	3.00	3.50
Treonina	2.20	4.13	4.00
Cómputo Químico	27	86	100

La Tabla 5 muestra el valor nutritivo de los productos de panadería elaborados con la harina de trigo y con la harina de trigo enriquecida. En primer término se puede señalar un aumento del 60% en el contenido de proteínas en los nuevos productos con respecto a sus similares sin enriquecer. El valor nutritivo de la mezcla, expresado como UPNop, demostró ser superior en los productos enriquecidos. El valor máximo 47 correspondió a las galletitas, siendo la UPNop del mismo producto sin enriquecer de 33,90. El aumento de la calidad de la proteína se hace más notable cuando se lo expresa como UPNst ya que de 33,30 en las galletitas comunes aumenta a 56,40 en las enriquecidas.

También se incluyó en esta tabla, el valor de lisina disponible de los cuatro productos analizados, como indicador del daño producido por el calor en la proteína. Los resultados muestran que el proceso de cocción seguido en la obtención de las galletas, disminuyen la disponibilidad de la lisina. Teniendo en cuenta que el contenido de lisina en la mezcla cruda era de 4.70 g/16 g N y que el Cómputo Químico calculado fue 86 (Tabla 4), los valores

TABLA 5

**VALOR NUTRITIVO DE LOS PRODUCTOS DE PANADERIA  
ELABORADOS CON HARINA DE TRIGO  
Y HARINA DE TRIGO ENRIQUECIDA (x)**

Productos	Proteína g/100 g	Lisina Disp. g/16 g N	UPNop (xx)	UPNst
<b>Galleta marinera</b> (harina de trigo)	13.70	1.05	35.50	35.30
<b>Galleta marinera</b> (harina de trigo enriquecida)	21.80	2.15	40.60	53.50
<b>Galletita</b> (harina de trigo)	12.50	1.35	33.90	33.30
<b>Galletita</b> (harina de trigo enriquecida)	19.50	2.81	47.00	56.40

(x) Harina de trigo enriquecida: 60% harina de trigo + 28% harina desengrasada de soja + 12% de harina desengrasada de girasol.

(xx) Todas las dietas contenían: 15% de lípidos; 5% de sales (24); 0.5% de vitaminas hidrosolubles (24); 0,25% de vitaminas liposolubles (24) y 0.15% de colina, como citrato, y el producto en estudio en cantidad suficiente para 100 g.

Las calorías totales (C) y las calorías proteicas (CP) de las dietas fueron:

(Galleta de trigo) 449 C y 9.80 Cp; (Galleta trigo enriquecido) 441 C y 18.30 CP; (Galletita de trigo) 460 C y 9.62 CP; (Galletita trigo enriquecido) 467 C y 14.82 CP.

de lisina disponible en los productos enriquecidos, 2.15 y 2.81 g/16 g N para la galleta y galletitas respectivamente, explicarían los valores de UPN obtenidos.

## DISCUSION

Debido a su alta concentración en lisina, la capacidad de suplementación de la proteína de soja sobre la de los cereales y entre ellos la del trigo, es bien conocida<sup>(1) (21) (22)</sup>.

Por otra parte, el elevado contenido en aminoácidos azufrados que caracteriza a la proteína de girasol<sup>(12)</sup> hace que su combi-

nación con la proteína de soja, deficitaria en dichos aminoácidos produzca una proteína de elevado valor biológico. Luego la sustitución de 40 partes de harina de trigo por la mezcla de harina de soja + harina de girasol, aumenta aún más el valor nutritivo que por el sólo agregado de 40 partes de harina de soja. Si bien en este caso, el contenido en proteínas sería similar, debido a la prevalencia de la proteína de soja sobre la del trigo, el valor nutritivo estaría limitado por los aminoácidos azufrados con un déficit mayor que el que resulta de la mezcla de harina de trigo + harina de soja + harina de girasol. Con esta mezcla se consiguió aumentar el contenido en lisina de la harina de trigo y mantener a los aminoácidos azufrados en un nivel elevado siendo ambos finalmente los limitantes del valor nutritivo con el mismo porcentaje de déficit.

Las condiciones que se dan en el horno tradicional de panadería, produjeron un daño severo en la proteína de las galletas que se manifestó con una disminución del 54% de la disponibilidad de la lisina, con respecto al contenido total de ésta en la mezcla cruda. Mientras que el horno continuo empleado en la elaboración de galletitas, redujo la disponibilidad de la lisina en un 40%, lo que permitió obtener un producto de mejor calidad proteica. Teniendo en cuenta esta disminución en el valor biológico de la proteína una vez calentada, en el diseño de este trabajo descartamos la suplementación de galletitas o bizcochos dulces, en los cuales la presencia de sacarosa incrementaría la reacción de Maillard.

Con respecto a la aceptabilidad de los productos, el reemplazo de la proteína del trigo produce cambios en las características reológicas de la masa que en el caso de la fabricación de pan, determinan valores límites y el uso de aditivos que favorezcan una correcta panificación. De acuerdo a C. C. Tsen y col.<sup>(7)</sup> la obtención de pan de molde de características organolépticas adecuadas se consigue con el reemplazo de no más del 12% de la harina de trigo con harina de soja y un agregado de 0,5% de estearoil-lactilato de sodio.

En la preparación de otros productos de panadería tales como los que nosotros hemos estudiado, un mayor contenido en proteínas favorece las características de forma y textura, por lo

que usualmente se emplean harinas de trigo de mayor contenido proteico<sup>(23)</sup>. Por este motivo estos productos admiten un mayor margen de enriquecimiento y reemplazo del gluten por otras proteínas sin que pierdan su aceptabilidad. Los mismos autores<sup>(9)</sup> lograron obtener galletitas dulces con un nivel de fortificación del 24% de harina de soja aumentando el contenido proteico de los productos en un 60%.

En nuestro trabajo al reemplazarse el 40% de la harina de trigo por un 28% de harina de soja y un 12% de harina de girasol y aumentar la concentración proteica de los productos también en un 60% hemos obtenido galletitas similares en gusto y textura a las integrales del mismo tipo, con un ligero tono grisáceo debido a la incorporación de la harina de girasol. En el caso de las galletas, estas resultaron de un color mucho más oscuro que las controles sin enriquecer.

Es indudable que estos productos son susceptibles de ser mejorados en sus características organolépticas. Esto se lograría en primer lugar, utilizando materias primas más refinadas como serían los aislados de proteínas de soja y girasol, lo que quedaría supeditado a las posibilidades económicas y tecnológicas. En segundo lugar, controlando las condiciones de procesado en la fabricación de productos tales como las galletas.

Finalmente podemos destacar que el enriquecimiento de productos de panadería, especialmente galletitas sin azúcar, con concentrados de proteínas de soja y girasol en las proporciones señaladas, contribuirían considerablemente a cubrir los requerimientos proteicos, hecho de singular importancia para la población infantil que es la que presenta mayores exigencias en cuanto a calidad y cantidad de proteínas.

### AGRADECIMIENTO

Se agradece al Sr. J. C. Cruells y a PANIFICACION ARGENTINA SAIC por la fabricación de las galletas y galletitas respectivamente, que gentilmente realizaran.

## SUMMARY

PROTEIN ENRICHMENT OF WHEAT FLOUR WITH SOYA  
AND SUNFLOWER FLOURS IN BAKERY PRODUCTS

In order to improve the nutritive value of wheat protein, with a wheat flour, defatted soybean flour and sunflower seed flour were mixed on the basis of their amino acid composition. The highest nutritive value, 86 expressed as CS, was obtained with 60% wheat flour + 28% defatted soybean flour + 12% defatted sunflower seed flour.

The mixture was used to prepare: a) sea-biscuits, baked in a traditional bakery oven, and b) crackers, baked in an electric endless oven.

Similar products, baked with wheat flour alone, were studied as controls.

Chemical composition, total lysine, methionine, cystine, threonine and available lysine content were determined on the raw flours and mixture. Protein, fats and available lysine were determined on the bakery products. The nutritive value of the latter was assessed by their NPU<sub>op</sub> from which NPU<sub>st</sub> was calculated.

The results showed an increase in the protein content of the enriched bakery products up to 60% over the controls. The nutritive value of the products was lower than the calculated figure for the raw mixture. Products b had the highest NPU<sub>st</sub> (56.4), surpassing the figures for the control (33.3) and also for product a (53.5). These values agreed with the figures for lysine availability which decreased with heat according to the cooking process. These data and the good acceptability of the crackers suggest that their enrichment with soybean and sunflower seed concentrates as assayed, could help to fulfill protein requirements in children.

## BIBLIOGRAFIA

1. Smith A. K. y W. J. Wolf. Food uses and properties of soybean protein. I. *Food Technol.* 15:4-10, 1961.
2. Paulsen T. M. y F. E. Horan. Functional characteristics of edible soya flours. *Cereal Science Today* 10:14-17, 1965.
3. Turro E. J. y E. Sipos. Effect of various soy protein products on bread characteristics. *Bakers Dig.* 42:44-50, 1968.
4. Kim J. C. y D. de Ruiter. Bakery products with non-wheat flours. *Bakers Dig.* 43:58-63, 1969.

5. Matthews R. H., E. J. Sharps y W. M. Clark. The use of some oilseed flours in bread. *Cereal Chem.* 47:181-189, 1970.
6. Tsen, C. C., W. J. Hoover y D. Phillips. High protein breads. *Bakers Dig.* 45:20-23, 26, 74, 1971.
7. Tsen, C. C., y R. T. Tang. State process for making high protein breads. I. Soy flour bread. *Bakers Dig.* 45:26-31, 1971.
8. Rooney L. W., C. B. Gustafson, S. P. Clark y C. M. Cater. Comparison of the baking properties of several oilseed flours. *J. Food Sci.* 37:14-18, 1972.
9. Tsen C. C., E. M. Peters, T. Schaffer y W. J. Hoover. High protein cookies. I. Effects of soy fortification and surfactant. *Bakers Dig.* 47:34-36, 39, 1973.
10. Henderickx H. K. y G. Vanneste. Maize-Soybean mixtures as protein sources of high biological value. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft.* 8:209-215, 1967.
11. **Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC.** 9th ed, Washington D. C. 1960.
12. Basualdo R. N., P. A. Carrera y J. C. Sanahuja. Harina de girasol. I. Evaluación de la calidad biológica de sus proteínas. Influencia del proceso tecnológico. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 22:65-81, 1972.
13. Carpenter M. J. The estimation of the available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.* 77:604-610, 1960.
14. Raghavendar Rao S., F. L. Carter y U. I. Frampton. Determination of available lysine in oilseed meal protein. *Anal. Chem.* 35:1927-1930, 1963.
15. Mitchell H. H. y R. J. Block. Some relationships between the amino acid content of proteins and their nutritive values for the rat. *J. Biol. Chem.* 163:599-620, 1946.
16. Food and Agricultural Organization of the United Nations. World Health Organization. Energy and Protein requirements. **Geneva, 1973 (WHO Technical reports series No. 522).**
17. Miller D. S. y A. E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.* 9:382-388, 1955.
18. Sambucetti, M. E. y J. C. Sanahuja. El valor nutritivo de las harinas de pescado y su relación con el contenido en lisina y metionina disponibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 20:119-133, 1970.
19. Miller D. S. y P. R. Payne. A ballistic bomb calorimeter. *Brit. J. Nutr.* 13:501-508, 1959.
20. National Academy of Sciences, National Research Council. Evaluation

- of protein quality. Washington D. C., 1963, pág. 19 (**NRS. Publicación 1.100**).
21. Jarquin R., P. Noriega y R. Bressani. Enriquecimiento de harina de trigo blanca e integral con suplementos de origen animal y vegetal. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 16:89-103, 1966.
  22. Wilding D., E. Alden y E. E. Rice. Nutritive value and dietary properties of soy protein concentrates. **Cereal Chem.** 45:254-249, 1968.
  23. Minor G. Functional characteristics of cookies flour. **Bakers. Dig.** 40:70-74, 1966.
  24. Harper A. E. Amino acid balance and imbalance. **J. Nutr.** 68:405-411, 1959.