

CALIDAD PROTEINICA DE PRODUCTOS COMERCIALES DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA Y DE MEZCLAS CON CARNE

*Luiz G. Elías¹, J. Edgar Brabam², Delia A. Navarrete¹ y
Ricardo Bressani³*

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar la calidad de la proteína de ocho productos texturizados de soya que circulan en el mercado de varios países de América Latina. A través de este estudio también se establecieron los aminoácidos limitantes en esos productos, y se evaluó el proceso de texturización. Por último, se evaluó un texturizado de proteína de soya (TPS) como sustituto de proteína de carne y como suplemento proteínico del maíz. Se analizaron los ocho TPS a fin de determinar algunas características funcionales y de calidad proteínica. Los resultados indicaron claramente que todas las muestras eran diferentes en densidad, absorción de agua y solubilidad del nitrógeno; también revelaron diferencias en su contenido de metionina, lisina y treonina, variando los valores de PER entre 1.75 y 2.31. Los estándares de calidad proteínica reconocidos son del orden de un PER de 2.3. Los estudios de suplementación con lisina, metionina y treonina indicaron una respuesta positiva a la metionina, principalmente en los productos de peor calidad proteínica. La adición conjunta de lisina y treonina al producto con metionina mejoró aún más la calidad proteínica del mismo.

Por otro lado, los datos también demostraron que una sustitución de 25% de la carne por TPS no menoscaba la calidad proteínica de la mezcla cuando se utiliza un TPS de calidad proteínica normal. Este producto también suplementó eficientemente a la proteína del maíz. Se encontró finalmente, que el proceso de texturización no reduce la calidad proteínica de la soya. Con base en estos resultados, se llegó a la conclusión de que la variabilidad en la calidad proteínica observada en las ocho muestras comerciales, se debió a la calidad inadecuada de la materia prima. Por esta razón, se recomienda que los países latinoamericanos normen el uso de TPS como sustituto de la carne, y establezcan a la vez, sistemas adecuados de control de calidad del producto.

Manuscrito modificado recibido: 5-4-84.

1. Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
2. Jefe Asociado de la citada División.
3. Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

Publicación INCAP E-1127.

INTRODUCCION

En América Latina, uno de los productos que más se está impulsando en los mercados es el texturizado de proteína de soya (TPS), la cual se anuncia al consumidor principalmente como un sustituto o como un extensor de la carne. El concepto de extensor implica la dilución de un alimento tradicional con otro producto, con miras a incrementar la disponibilidad del primero (1, 2). Desde el punto de vista nutricional, sin embargo, además de la disponibilidad física, es importante también que el alimento original conserve sus características organolépticas nutritivas, las cuales reclama el consumidor. Esto asume aún más importancia en el caso de dietas basadas en cereales y pequeñas cantidades de leguminosas. En muchos casos, se espera que el extensor sea nutricionalmente igual al producto que extiende; no obstante, esto depende de la calidad individual de los dos productos y del nivel de sustitución del uno por el otro. Por consiguiente, es importante conocer la calidad proteínica de estos extensores. Se ha informado que la calidad de la proteína de los texturizados de proteína de soya, medida como PER, varía de 2.2 a 2.4 (1, 2) o sea que es similar a la de la materia prima, harina de soya (1). A pesar de ello, existen varios informes (2-5) indicativos de que las mezclas de TPS con carne dan productos de calidad proteínica inferior a la de la proteína de la carne. Si bien es cierto que esto podría atribuirse a la calidad de la carne —que contiene mayor cantidad de tejido conectivo— también es cierto que ello podría deberse a la calidad proteínica del extensor. Pero si la calidad proteínica de los dos componentes es alta, la sustitución parcial de carne por TPS da productos de alta calidad proteínica (6, 7).

Debido a estas posibilidades y con el propósito de formarse una idea de la calidad de los TPS que se comercializan en algunos países de América Latina, se llevó a cabo el estudio objeto de esta publicación, para así poder normar la calidad de tales productos. Para estos fines, se recolectaron muestras de TPS de mercados de países latinoamericanos, y se sometieron a una evaluación nutricional. Se presentan, asimismo, los resultados de otros estudios por cuyo medio se evalúa la calidad proteínica de mezclas de TPS con carne.

MATERIALES Y METODOS

Se recolectó un total de ocho muestras comerciales de TPS de mercados de alimentos en cuatro países latinoamericanos. Cabe señalar que no todas las muestras se utilizaron en todos los experimentos de que se informa en este trabajo. Para los estudios de extensión de carne de res, se adquirió en el mercado carne magra de cortes con poco cartílago y se llevó al laboratorio, donde se cortó en pequeños trozos, y luego se deshidrató por liofilización.

En las muestras de TPS se determinó su densidad, absorción de agua y solubilidad de su proteína en hidróxido de sodio 0.1 N. También fueron analizadas por el método Kjeldahl para establecer su contenido de proteína (8); por métodos microbiológicos, por su contenido de metionina y treonina (9); y por el método de DNFB (10), para lisina disponible.

Se realizaron varios estudios en ratas para evaluar la calidad de la

proteína por el método del PER. Las dietas se prepararon de modo que contuvieran 10% de proteína, y se ajustaron a 5% de grasa en la dieta mediante el agregado de aceite de semilla de algodón. Además, contenían 4% de sales minerales (11), 1% de aceite de hígado de bacalao, y almidón de maíz hasta ajustar 100%. Todas las dietas se suplementaron con 5 ml de una solución completa de vitaminas del complejo B (12).

En los ensayos en que se investigó el efecto de la suplementación con aminoácidos, éstos fueron agregados a las dietas sustituyendo un peso igual de almidón de maíz. Los aminoácidos sometidos a estudio fueron metionina (0.2%), treonina y lisina (0.1%).

El efecto de la sustitución de carne de res por TPS se llevó a cabo reemplazando 0, 25, 50, 75 y 100% de proteína de la carne por proteína de TPS. Luego, la mezcla se incorporó a la dieta basal para que las dietas experimentales contuviesen 10% de proteína.

Con el propósito de establecer el efecto del proceso de texturizado, realizado con un extrusor Wenger X-25 se solicitó a una firma comercial la preparación del TPS, obteniéndose muestras antes y después del proceso. Los materiales se incluyeron al 10% en la ración basal para evaluarlos nutricionalmente. Además, el texturizado se adicionó a la harina de maíz a un nivel de 8% para determinar su efecto suplementario.

Cada dieta fue ofrecida *ad libitum* a grupos de ocho ratas de 21 a 22 días de edad por un período experimental de 28 días, durante el cual el agua estaba disponible constantemente; asimismo, cada siete días se midieron los cambios en el peso y el consumo de la dieta. Todas ellas fueron analizadas para determinar su contenido de proteína, aplicando el método de Kjeldahl (8).

RESULTADOS

Algunas de las características físicas de las muestras evaluadas se señalan en la Tabla 1. La densidad del producto varió de 0.192 a 0.476 g/cc, y la capacidad de absorción de agua, de 223 a 556 ml/100 g. Se muestra

TABLA 1

DENSIDAD, ABSORCIÓN DE AGUA Y SOLUBILIDAD DE NITROGENO EN MUESTRAS COMERCIALES DE SOYA TEXTURIZADA

Muestra No.	Densidad g	Absorción de agua* ml/100g	Solubilidad de N en solución NaOH, 0.1%
1	0.476	223	65.7
2	0.270	363	50.2
3	0.192	556	44.7
5	0.374	290	65.8
7	0.429	346	60.6
8	0.304	250	41.5

* % absorción agua = $\frac{\text{ml agua absorbida}}{\text{peso muestra}} \times 100$

así una amplia variación en estos parámetros de funcionalidad, los cuales están relacionados con la capacidad del producto de ser utilizado como sustituto o como extensor de carne. También se estima de interés mencionar que los análisis indicaron una relación negativa de significancia estadística, con una correlación de 0.75 entre la densidad y la capacidad de absorción de agua del producto.

La Tabla 2 muestra algunos datos de orden químico-nutricional. Como se observa, el contenido de proteína osciló entre 47 y 50 g/o, y los valores de metionina fueron de 0.38 a 0.85 g/16 g N. La treonina acusó valores de 1.85 a 2.90 g y la lisina disponible, de 4.4 a 5.3 g/16 g N. Debido a que la metionina es el aminoácido más limitante en la proteína de soya, y considerando el hecho de que el contenido de lisina disponible refleja las condiciones de procesamiento, es lógico suponer que la calidad de la proteína podría verse afectada por la variación en el contenido de estos aminoácidos. De hecho, la utilización biológica de la proteína, evaluada por el método de eficiencia proteínica (PER), confirmó los análisis químicos, según se muestra en la Tabla 3. El índice de eficiencia proteínica varió de 1.7 en la muestra No. 1 a un valor de 2.3 para las muestras Nos. 7 y 8, respectivamente. El PER de la carne molida y la caseína usadas como control fue de 2.8 y 2.4, respectivamente. De ello se deduce, por consiguiente, que si el PER de la carne es de 2.8 y el del TPS de 1.7, este último no puede mantener la calidad de la proteína de la carne al haber una sustitución completa de carne por TPS. Por lo tanto, la variación en el contenido de aminoácidos afectó la calidad proteínica, lo que indica que la suplementación con aminoácidos podría aumentar la utilización del producto. El efecto de la adición de metionina, treonina y lisina, según se ilustra en la Tabla 4, se tradujo en una mejor utilización de la proteína de las muestras de TPS. Como era de esperar, el agregado de metionina mejoró significativamente el PER, pero la respuesta no fue similar para todos los productos. El incremento neto en el PER debido a la suplementación con metionina fue de 1.08 para la muestra No. 1, y de solamente 0.25 para la

TABLA 2

CONTENIDO DE PROTEINA, TREONINA, METIONINA Y LISINA
DISPONIBLE DE DIFERENTES PRODUCTOS COMERCIALES
DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA

Muestra comercial No.	Proteína	Treonina	Metionina	Lisina*
		g/16 g N		
1	48.4	2.12	0.58	4.98
2	49.8	1.85	0.44	4.40
3	49.6	2.60	0.62	4.84
5	48.6	2.12	0.62	4.95
7	48.2	2.90	0.85	5.27
8	47.1	2.65	0.38	5.12

* Epsilon-amino lisina.

TABLA 3

**CALIDAD PROTEINICA DE DIFERENTES MUESTRAS COMERCIALES
DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA**

Muestra No.	Proteína en dieta, %	Peso ganado g/28 días	Indice de eficiencia proteínica
1	10.2	64 ± 5.9*	1.75 ± 0.11
2	10.9	84 ± 3.6	1.89 ± 0.19
3	10.0	72 ± 3.8	1.84 ± 0.14
4	9.2	67 ± 8.4	2.00 ± 0.21
5	11.0	89 ± 5.5	2.10 ± 0.07
6	10.3	89 ± 5.8	2.21 ± 0.10
7	9.7	86 ± 7.7	2.31 ± 0.13
8	9.9	92 ± 4.8	2.30 ± 0.10

Carne	10.2	110 ± 8.2	2.82 ± 0.15
Caseína	10.5	96 ± 6.3	2.40 ± 0.07

* Promedio ± EE.

TABLA 4

**CALIDAD PROTEINICA (PER)* DE DIFERENTES MUESTRAS COMERCIALES
DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA SUPLEMENTADAS
CON AMINOACIDOS**

Aminoácido agregado	Muestra Comercial No.				
	1	2	3	6	7
Ninguno	1.75 ± 0.11**	1.89 ± 0.19	1.84 ± 0.14	2.21 ± 0.10	2.31 ± 0.13
Metionina	2.83 ± 0.10	2.72 ± 0.11	2.61 ± 0.12	2.68 ± 0.08	2.56 ± 0.13
Metionina + treonina	2.44 ± 0.07	2.87 ± 0.15	2.73 ± 0.07	2.72 ± 0.13	2.35 ± 0.08
Metionina + treonina + lisina	3.07 ± 0.09	2.87 ± 0.11	2.71 ± 0.09	2.74 ± 0.11	2.71 ± 0.18

* Indice de eficiencia proteínica = Peso ganado/proteína consumida.

** Promedio ± EE.

Metionina: 0.2%, treonina y lisina: 0.1%.

muestra No. 7. La adición de treonina no tuvo ningún efecto significativo, pero el agregado concomitante de lisina incrementó el PER a valores más altos que los obtenidos con el agregado de sólo metionina. Los análisis estadísticos de estos resultados revelan que la adición de todos los aminoácidos bajo estudio (metionina, treonina y lisina), resultó en un mejoramiento altamente significativo ($P < 0.001$) en la calidad de la proteína, comparado con las muestras sin suplementación. El aumento del PER más allá del valor obtenido con la adición de metionina, solamente demostró ser significativo al agregar al mismo tiempo lisina y metionina. Sin embargo, debido a que no fue posible separar el efecto de la adición de sólo lisina en la dieta ya suplementada con metionina, se llevó a cabo otro experimento para esclarecer este punto, con los resultados que se muestran en la Tabla 5. En este caso se seleccionaron solamente dos muestras de TPS: la No. 1 y la No. 7. Según se nota, la calidad de la proteína de nuevo mejoró con el agregado de metionina; no obstante, el agregado posterior de treonina o lisina no indujo un PER más alto que el obtenido con la adición de sólo metionina. La suplementación con los tres aminoácidos acusó un mejoramiento adicional, indicando que la lisina y la treonina son igualmente limitantes, una vez adicionada la metionina. El análisis estadístico de estos resultados de nuevo reveló que existe una significancia estadística solamente cuando los tres aminoácidos se agregan simultáneamente. Por otro lado, también es de interés señalar que los valores de F fueron más altos al agregar treonina sola o con lisina; esto sugiere que la treonina y la lisina son el segundo y tercer aminoácido limitante, respectivamente. En la Tabla 6 se aprecian diferencias en algunas de las características nutricionales de estas dos muestras de TPS, lo que indica que la calidad proteínica inferior de la muestra No. 1 se debe a su menor contenido de metionina, treonina y lisina.

Las relaciones entre los principales parámetros investigados en los diferentes productos se exponen en la Tabla 7. Como se indicara en el párrafo anterior, se nota una correlación negativa entre la densidad y la capacidad de absorción de agua, y una correlación positiva entre el PER y el contenido de lisina; asimismo, entre el PER y el contenido de treonina.

TABLA 5

**CALIDAD PROTEINICA (PER)* DE MUESTRAS COMERCIALES
DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA SUPLEMENTADA
CON AMINOACIDOS**

Aminoácido agregado	Muestra comercial	
	1	7
Ninguno	1.78	2.00
Metionina	2.51	2.42
Metionina + treonina	2.54	2.50
Metionina + lisina	2.42	2.49
Metionina + treonina + lisina	2.63	2.71

* Índice de eficiencia proteínica = Peso ganado/proteína consumida.

TABLA 6

**COMPARACION ENTRE EL CONTENIDO DE AMINOACIDOS
Y LA CALIDAD PROTEINICA DE MUESTRAS COMERCIALES
DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA**

Evaluación	Muestra comercial No.	
	1	7
Metionina, g/16 g N	0.58	0.85
Treonina, g/16 g N	2.12	2.90
Lisina disponible, g/16 g N	4.98	5.27
Indice de eficiencia proteínica	1.75	2.31

TABLA 7

**CORRELACIONES ENTRE LOS PARAMETROS DETERMINADOS EN
LAS MUESTRAS DE PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA^a**

Densidad vrs capacidad de absorción de agua	$r = 0.75^*$
Indice de eficiencia proteínica, lisina disponible	$r = 0.63^*$
Indice de eficiencia proteínica, treonina	$r = 0.63^*$

* Significativo al 5%.

a Ocho muestras.

Según se indicó al inicio de este trabajo, una de las principales formas de consumo del TPS es utilizándolo como sustituto o extensor de la carne. Por lo tanto, debe asegurarse la calidad nutricional de los productos de TPS, ya que, como se demostró con las diferentes muestras analizadas, su calidad es muy variable. Es de prever que a menor calidad del TPS, ocurra un mayor descenso de la calidad proteínica de la carne, al ser reemplazada por el producto de soya.

La Tabla 8 resume los datos de sustitución de la carne por TPS medidos por el PER. Como se observa, el valor de la calidad proteínica se mantuvo hasta una sustitución del 25%, para luego disminuir a 2.30 cuando toda la proteína provenía del TPS. Estos datos obviamente indican que la calidad del TPS, aunque dentro del rango establecido (1, 2), es inferior a la calidad de la proteína de la carne.

Los datos sobre el efecto de texturización se detallan en la Tabla 9 y, según revelan, la calidad proteínica (PER) de la harina de soya fue de 2.4 a 2.6, similar al valor observado en el texturizado que fue de 2.4. El agregado de 8% de TPS al maíz, como suplemento, aumentó la calidad proteínica del producto de 1.4 a 2.3, incremento similar al señalado en otros estudios (1, 2, 7).

TABLA 8

VALOR PROTEINICO DE MEZCLAS ISOPROTEICAS DE TPS Y CARNE

Distribución proteínica de ingredientes, %		Promedio de aumento en peso	PER
TPS	Carne	g	
0	100	126	3.11
25	75	108	3.04
50	50	109	2.79
75	25	84	2.47
100	0	82	2.30
Caseína		119	3.03

TABLA 9

EFECTO DE LA TEXTURIZACION DE LA HARINA DE SOYA SOBRE SU VALOR PROTEINICO

Material	Proteína en dieta %	Promedio de ganancia en peso, g	PER
Harina de soya cruda	10.1	106	2.6
Harina de soya fina	9.8	81	2.4
Soya texturizada	10.1	81	2.4
Harina de maíz	7.4	28	1.4
Harina de maíz + 8% de soya texturizada	10.1	96	2.3

DISCUSION

Los resultados de la investigación aquí descrita indican que la calidad proteínica de algunos de los productos comerciales de TPS que se encuentran en el mercado de América Latina es inferior a la que, tanto en teoría como en la práctica, se ha determinado en otras partes del mundo (1, 2, 7). Se demostró que el principal factor que incide en la calidad inferior de estos productos se debe a deficiencias en los aminoácidos metionina, lisina y treonina. Es posible que estas deficiencias existan en la materia prima, o sea en la harina de soya, y éstas se acentúan a causa del proceso empleado para convertirla en TPS. Hasta la fecha no se ha informado que el proceso de extrusión destruya la calidad del producto extruido, ya que se ha manifestado que los TPS tienen un PER que varía de 2.1 a 2.3, valores que son prácticamente los señalados para la harina de soya (1, 2). Los resultados del presente trabajo confirman lo expuesto, ya que el proceso de texturización no redujo la calidad proteínica del producto, ni su capacidad suple-

mentaria. Por consiguiente, se puede inferir que la calidad proteínica de la materia prima ya estaba dañada antes de ser extruida, en los texturizados que dieron valores de PER inferiores a 2.00 (que en nuestra investigación fueron cuatro de los ocho sometidos a estudio).

Las implicaciones de estos hallazgos son de gran importancia, ya que la propaganda comercial indica que el TPS puede reemplazar a la carne sin que ésta sufra en su valor proteínico. Si bien esto ha sido comprobado hasta cierto porcentaje de reemplazo —como lo demuestra el estudio que nos ocupa— el uso de un TPS de calidad inferior reducirá la calidad de la carne, aun cuando el nivel de reemplazo sea adecuado, y mucho más si el reemplazo es mayor. La implicación va aún más lejos, ya que en dietas de bajo contenido proteínico, tanto en términos de cantidad como de calidad, un producto sustituido podría reducir significativamente la calidad de la dieta. Se ha convertido en costumbre que muchos jóvenes prácticamente se alimenten con mezclas de carne sustituida y pan en la bien conocida hamburguesa. Convendría evaluar el significado nutricional de esta costumbre, ya que el pan ha sido horneado y, por lo tanto, su lisina disponible se ha reducido. Por otro lado, la carne usada en la hamburguesa —una mezcla no controlada de carne y TPS—, también será deficiente en lisina, metionina y treonina, lo cual podría tener implicaciones nutricionales importantes, más todavía si la carne utilizada es rica en cartílago. Hay información reciente acerca de esto último (7), sobre todo cuando la sustitución de carne por TPS es del orden de 40%.

No cabe ninguna duda de que es factible producir un TPS de buena calidad proteínica si se parte de una materia prima adecuada; no obstante, por razones económicas bien puede ocurrir que los productores de TPS empleen mezclas de harina de soya para uso tanto humano como animal, de manera que pueda ser extruida. Este aspecto debe normarse en nuestros países mediante el establecimiento de sistemas de control de calidad, puesto que debemos tener en mente que en las áreas urbanas es la población de escasos recursos la que compra esos productos. Evidentemente, esa compra la hacen a fin de tener así algunos de los alimentos de alto precio, como es la carne de res. Para tales propósitos, se considera importante la utilización de metodologías aceptables pero iguales entre países, para poder así controlar productos importados de un país a otro.

Con base en los hallazgos de nuestro estudio aquí notificados, se puede concluir que las características físicas de los productos TPS comercializados en América Latina son diferentes. Este hecho sugiere, por consiguiente, que la materia prima también era diferente o bien que los procesos de extrusión utilizados aunque similares, no fueron uniformes. Esto se hizo más notorio en la capacidad de absorción de agua, propiedad funcional de gran importancia. Asimismo, es de interés establecer si las variaciones en el proceso de extrusión son los factores responsables de las variaciones en la calidad y el contenido de proteína final. Por último, también es recomendable que los laboratorios de control de calidad de alimentos en nuestros países establezcan normas y control para estos materiales, ya que su uso puede tener implicaciones nutricionales de importancia para la población.

SUMMARY

PROTEIN QUALITY OF COMMERCIAL TEXTURIZED SOYBEAN PROTEIN
AND OF MEAT MIXTURES

The purpose of the present study was to evaluate the protein quality of eight commercial samples of texturized soybean protein (TSP) collected in the food markets of various Latin American countries. The study also included experiments designed to establish the limiting amino acids in those products, and studies to evaluate the process of texturization by extrusion cooking. Finally, experiments were also carried out to evaluate the effect of replacement of meat by TSP as well as the supplementary value of the latter to tortilla flour.

The eight samples were characterized for their functional properties and protein quality. The results obtained indicate that all samples were different in density, water absorption, and nitrogen solubility. Likewise, all samples were different in their lysine, methionine and threonine content, with PER values ranging from 1.75 to 2.31. Protein quality standard value is 2.3. The amino acid supplementation studies showed a positive significant response to methionine addition, particularly in those products exhibiting low PER values. The addition of both lysine and threonine to the methionine-supplemented product, increased PER significantly.

The data also demonstrated that replacement of more than 25% of meat protein by TSP protein decreased protein quality of the product, even when a TSP with an accepted protein quality value was used. This product was also found to supplement the quality of tortilla protein. Finally, it was established that the texturization process did not reduce the protein quality of soybean protein.

Based on these results, it is concluded that the variability in the protein quality measured in the eight TSP samples was due to the initial quality of the soy flour texturized, which was already damaged before texturization. For this reason, it is recommended that Latin American countries establish TSP quality standards when this product is used as a protein extender for meat, and that appropriate systems be implemented for the quality control of such products.

BIBLIOGRAFIA

1. Rakosky, Jr., J. Soy grits, flour, concentrates, and isolates in meat products. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **51**: 123A-127A, 1974.
2. Wilding, M. D. Textured proteins in meats and meat-like products. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **51**: 128A-130A, 1974.
3. Kies, C. & H. M. Fox. Comparison of the protein nutritional value of TVP, methionine-enriched TVP and beef at two levels of intake for human adults. *J. Food Sci.*, **36**: 841-845, 1971.
4. Kies, C. & H. M. Fox. Effect of varying the ratio of beef and textured vegetable protein nitrogen on protein nutritive value for humans. *J. Food Sci.*, **38**: 1211-1213, 1973.
5. Korslund, M., C. Kies & H. M. Fox. Comparison of the protein nutritional value of TVP, methionine-enriched TVP and beef for adolescent boys. *J. Food Sci.*, **38**: 637-638, 1973.
6. Navarrete, D. A., L. G. Elías, J. E. Braham & R. Bressani. The evaluation of the protein quality of soybean products by short-term bioassay in adult human subjects. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **29**: 386-401, 1979.

7. Cichon, R., K. Elkowicz, H. Kozłowska, A. Rutkowski & W. C. Sauer. Nutritional evaluation of meat-soya bean protein product blends. *J. Sci. Food. Agric.*, **31**: 677-684, 1980.
8. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
9. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Métodos microbiológicos. En: *Manual de Laboratorio de Análisis de Alimentos*. Rev. Guatemala, INCAP, 1976.
10. Conkerton, E. J. & V. L. Frampton. Reaction of gossypol with free ϵ -amino groups of lysine in proteins. *Arch. Biochem. Biophys.*, **81**: 130-134, 1959.
11. 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.
12. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.