

# Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. III. Composición química y contenido de aminoácidos de la semilla y harinas de frijol de soya, girasol y maní\* 1/

J. EDGAR BRAHAM\*\*, JORGE MARIO GONZALEZ\*\*\*, RICARDO BRESSANI\*\*\*\*

## A B S T R A C T

*Various samples of soybean, sunflower and peanut seeds, as well as their respective oil-free flours, were analyzed for chemical composition and amino acid content of the protein in the flours. The chemical findings on the seeds indicate that though peanut contains more oil than soybean and sunflower, the three have similar concentration of protein. Processing to remove the oil increases protein content above 40 per cent. The essential amino acid content reveals that soybean protein is superior to the protein from sunflower, and that both are of better quality than peanut protein. Since these materials are grown for their oil content, it is economically important to select varieties of each one that are higher in this component. However, because of the great existing demand for good quality protein, this factor should also be seriously considered in the agricultural exploitation of these crops. — The authors.*

## Introducción

LOS países de la región centroamericana han sido considerados desde hace muchos años como monocultivistas, motivo por el cual se han visto obligados a depender de la importación de gran número de productos. Hace relativamente poco tiempo, este hecho ha despertado el deseo de la diversificación de cultivos y su consiguiente planificación. Ello no es tarea fácil, ya que depende de varios factores entre los cuales pueden citarse la eficiencia en la productividad

del cultivo, los usos que puedan dársele, los cambios económicos que esa política pueda suscitar localmente y, por supuesto, de las necesidades de la población.

Dentro de tales perspectivas, las semillas oleaginosas ofrecen ciertas ventajas, puesto que se cultivan para la extracción de aceite y dejan un subproducto de uso común en la alimentación humana y de animales de crianza. Debido a que en el Istmo Centroamericano el cultivo del algodón se hace cada día más difícil, se ha explorado la posibilidad de usar semillas que puedan reemplazarlo, y entre ellas, el ajonjolí, la soya, el girasol y el maní presentan buenas posibilidades.

La industria animal del área no ha acusado mayores progresos debido principalmente a la nutrición deficiente de los animales y a la falta de buenas prácticas sanitarias en su manejo. La nutrición depende, por supuesto, de la formulación de raciones equilibradas que contengan todos los nutrientes necesarios para un crecimiento y producción adecuados de los animales de crianza. Desafortunadamente, la mayor parte de las veces esas raciones no pueden balancearse a causa de la carencia de buenas fuentes de algunos de los nutrimentos esenciales. Entre éstas, las de proteína son las más escasas y, a decir verdad, la zona depende de una sola fuente

\* Recibido para su publicación el 8 de setiembre de 1969.

1/ Estudios financiados por la Oficina Regional para Centro América y Panamá (ROCAP) de la Agencia para el Desarrollo Internacional (ADI) de los Estados Unidos de América (Guatemala, C. A.), y de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, EE.UU.

\*\* Jefe Asistente de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

\*\*\* Técnico Agrícola a cuyo cargo se encuentra la administración de la Estación Experimental del INCAP.

\*\*\*\* Jefe de la citada División.  
Publicación INCAP E— 426.

estable de proteína en la elaboración de raciones para animales: la harina de semilla de algodón. En informes previos se ha dado a conocer la composición química y el contenido de aminoácidos de las harinas de torta de algodón (7) producidas en Centroamérica, así como de las de ajonjolí (23).

El objeto del presente trabajo es, pues, aportar algunos datos sobre la composición química de otras semillas con alto contenido de aceite que se juzgan de interés en la industria de alimentos para animales.

Estas incluyen la soya (*Glycine max*), el girasol (*Helianthus annuus*), y el maní (*Arachis hypogaea*), así como los subproductos derivados del procesamiento a que dichas semillas se someten para extracción del aceite.

### Materiales y métodos

#### Frijol y harinas de soya

Se utilizaron en el estudio, muestras de frijol de soya clasificadas en tres grupos, como sigue. El primero lo integraron 17 variedades representativas de semillas introducidas a Guatemala por el Ministerio de Agricultura, y cuyo cultivo se llevó a cabo en 1966, en la Estación Experimental "Los Brillantes", departamento de Retalhuleu. El segundo grupo estuvo compuesto de siete variedades que la empresa industrial ADEPSA introdujo también al país y que fueron cultivadas ese mismo año en la Finca "Pantaleón", Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. El último grupo se formó con cinco muestras de la variedad 'Miloky' producidas cada una de ellas en un área de 440 m<sup>2</sup>, bajo diferentes condiciones de cultivo, en la Finca Experimental del INCAP "San Antonio Pachalí", San Juan Sacatepéquez, en enero de 1966. Las condiciones a que se alude fueron: con aplicación de sólo nitrágina; con fertilizante únicamente (400 lb/manzana de 14-14-14); con nitrágina y fertilizante, y la parcela testigo sin ningún tratamiento.

Se analizaron también 10 muestras de harina de frijol de soya, cocida y deshidratada, de preparación industrial, así como 11 muestras de harina de torta de soya producidas industrialmente, de procedencia local o importada por los productores de concentrados en varios países de Centroamérica.

#### Semilla y harina de girasol

Se analizaron tres variedades de semilla de girasol, procedentes de tres parcelas diferentes cultivadas en 1967 en la Finca de la Escuela Nacional de Agricultura, en Bárcenas, Villanueva, departamento de Guatemala. Cuatro harinas de semilla de girasol producidas industrialmente fueron analizadas también al extraérseles el aceite.

#### Almendra y harina de maní

El estudio incluyó siete muestras de variedades desconocidas todas ellas procedentes de Guatemala, y destinadas a usos alimenticios. Además, se realizaron aná-

lisis químicos en cuatro harinas de maní, de procedencia extranjera, recolectadas de productores de alimentos para animales.

### Análisis químico

Las muestras de cada semilla oleaginosa y de sus productos fueron almacenadas bajo refrigeración a la temperatura de 4°C, hasta el momento de practicar los análisis de composición química proximal, los cuales se hicieron según los métodos oficiales de la AOAC (4). Cada muestra fue analizada en duplicado. Además, se sometieron a análisis muestras representativas de las harinas para establecer su contenido de aminoácidos esenciales; en este caso se usaron métodos microbiológicos en hidrolizados ácidos o alcalinos, en la forma previamente descrita (22).

### Resultados

La composición química proximal de las selecciones de frijol de soya introducidas a Guatemala, consta en los Cuadros 1 a 3. Los datos revelan que la variación en el contenido de grasa entre las 17 variedades del primer grupo fue de 20,0 a 25,5 por ciento, mientras que la proteína fluctuó entre 29,7 y 37,7 por ciento (Cuadro 1). Según se observa, el segundo grupo, de 7 variedades acusó valores ligeramente más bajos en cuanto a grasa, siendo la variación entre ellas de 18,1 a 20,3 por ciento. Por el contrario, el contenido de proteína fue ligeramente superior, con un valor mínimo de 31,8 y uno máximo de 38,0 por ciento (Cuadro 2). La misma muestra, cultivada bajo diferentes tratamientos, varió en su contenido de grasa, de 16,9 a 22,1 por ciento, y en lo referente a proteína, de 27,6 a 35,8 (Cuadro 3).

Cuadro 1.—Composición química proximal de 17 variedades de frijol de soya\* (Expresada en términos de g/100 g).

Variedad	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza
San Pablo	10,7	21,0	6,3	32,4	5,8
Bragg	11,3	23,3	6,2	33,7	6,2
Jackson	11,2	22,8	6,1	34,1	6,0
San Pablo	11,4	20,0	6,1	36,7	5,0
Roanoke	11,4	22,5	5,4	31,8	6,0
Blanca	11,4	21,4	5,6	31,9	5,8
Semmes	11,3	22,5	5,7	30,3	6,4
Harbin	11,8	20,1	5,9	35,0	6,9
Hill	11,0	23,2	5,6	30,3	6,4
Cocker 240	10,5	22,1	6,2	33,4	6,0
Biloxi	10,7	20,5	6,6	37,7	5,2
Hampton	10,6	24,2	5,7	30,8	6,0
Cocker Stuart	10,4	24,8	6,0	31,0	6,1
Hampton 266	10,1	25,5	6,0	29,7	6,0
X.L.M.	11,0	20,7	5,8	36,1	5,0
Acadian	10,7	22,4	5,9	32,2	5,9
Hardee	10,4	22,9	5,9	32,2	5,9

\* Procedentes de la Estación Agrícola "Los Brillantes", Ministerio de Agricultura, departamento de Retalhuleu, Guatemala.

Cuadro 2.—Composición química proximal de 7 variedades de frijol de soya\* (Expresada en términos de g/100 g).

Variedad	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza
Pelican	12,0	20,2	5,5	31,8	5,2
Hardee	11,7	19,4	5,7	35,8	5,4
Hill	12,3	19,7	6,1	34,8	4,4
Lee	12,0	19,8	5,3	37,6	5,0
Hood	11,9	20,3	5,3	35,9	5,1
Davis	12,3	20,3	5,5	34,4	5,6
Miloky	13,1	18,1	4,6	38,0	5,1

\* Cultivadas por la Compañía Industrial ADEPSA en la Finca "Pantaleón", departamento de Escuintla, Guatemala.

En el Cuadro 4 se detallan los valores promedio de composición química de tres variedades de girasol. En este caso, el contenido de grasa osciló entre 20,8 y 27,1 por ciento, y el de proteína de 16,5 a 19,4 por ciento. El examen de los datos referentes al maní (Cuadro 5) indican un contenido de grasa que varió entre 46,8 y 54,9 por ciento y valores de proteína de un mínimo de 25,3 a uno máximo de 33,0 por ciento.

Los valores promedio en cuanto a composición química proximal y contenido de calcio, fósforo y hierro de los productos derivados del procesamiento de las semillas oleaginosas objeto de este estudio, figuran en el Cuadro 6. La harina cocida de semilla de soya acusó 28,9 por ciento de grasa, mientras que la harina de torta de soya únicamente tenía 1,8 por ciento. Naturalmente, el contenido de proteína de la última muestra fue más alto que el de la primera. No hubo mucha variabilidad en los otros componentes. Las harinas de las

Cuadro 3.—Composición química proximal de una variedad de frijol de soya cultivada bajo diferentes tratamientos\* (Expresada en términos de g/100 g).

Variedad Miloky (muestras)	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza
Nº 1 con nitragina .....	11,0	19,4	6,0	27,6	4,6
Nº 2 con fertilizante .....	11,2	19,7	6,3	27,7	4,5
Nº 3 con nitragina + fertilizante .....	11,3	16,9	5,2	35,8	5,1
Nº 4 sin tratamiento .....	10,7	22,1	6,1	27,6	4,6

\* Finca Experimental del INCAP, "San Antonio Pachalí", San Juan Sacatepéquez, Guatemala

Cuadro 4.—Composición química proximal de tres variedades de girasol\* (Expresada en términos de g/100 g).

Componentes**	Gigante ruso	Medio oscura	Parrot
Humedad	12,3	8,0	9,4
Grasa	24,3	27,1	20,8
Fibra cruda	28,1	22,7	31,7
Nitrógeno	2,66	3,10	2,64
Proteína	16,6	19,4	16,5
Ceniza	3,0	3,4	2,7

\* Cultivadas en la Finca de la Escuela Nacional de Agricultura, Bárcenas, Villanueva, Guatemala.

\*\* Promedio de tres réplicas.

tortas de girasol, de maní y de soya contienen poco aceite, pero su contenido proteínico excede 40 por ciento.

Finalmente, en el Cuadro 7 se reseñan los datos referentes al contenido de aminoácidos de las tres semillas oleaginosas. Evidentemente, todas se caracterizan por niveles bajos de metionina y de cistina, y tanto el girasol como el maní tienen menores concentraciones de lisina que la soya. La variabilidad en los otros aminoácidos es relativamente pequeña, salvo la treonina en el maní que presentó los valores más bajos. En general, la soya acusó las mayores concentraciones.

### Discusión

Es un hecho establecido que las semillas oleaginosas se cultivan principalmente por el aceite que contienen,

Cuadro 5.—Composición química proximal de siete muestras de semilla de maní\* (Expresada en términos de g/100 g).

Componente	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	7,8	1,4	4,0
Grasa	54,9	16,8	50,4
Fibra cruda	4,4	2,1	3,3
Nitrógeno	5,28	4,05	4,73
Proteína	33,0	25,3	29,6
Ceniza	2,7	1,3	2,1
Calcio, mg	66	37	52
Fósforo, mg	520	389	435
Hierro, mg	3,1	2,0	2,6

\* Material sin cáscara.

Cuadro 6.—Composición química proximal y contenido de calcio, fósforo y hierro de harinas de semillas oleaginosas procesadas (Expresada en términos de g/100 g).

Componente	Semilla de soya	Torta de soya	Torta de girasol	Torta de maní
Nº de muestras	10	15	4	4
Humedad	5,2	11,5	9,3	9,1
Grasa	28,9	1,8	3,3	6,7
Fibra cruda	5,1	3,7	10,3	4,6
Nitrógeno	5,52	7,17	6,46	7,91
Proteína	34,5	44,8	40,4	49,4
Ceniza	4,5	5,0	8,0	4,2
Calcio, mg	—	—	—	344
Fósforo, mg	—	441	—	684
Hierro, mg	13,6	30,9	20,4	8,7

y que el residuo de esta extracción se utiliza para la alimentación de aves, cerdos y ganado y, recientemente, también en la nutrición humana (6). Ya que el área centroamericana en general confronta escasez de proteína (20), es evidente que la selección de variedades de semillas oleaginosas para cultivo debe considerarse seriamente. En esa selección hay que tomar en cuenta la cantidad de aceite que contienen, así como el contenido

Cuadro 7.—Contenido de aminoácidos esenciales de harinas desgrasadas de frijol de soya, girasol y maní (Expresado en mg/g N).

Aminoácido	Frijol de soya	Girasol	Maní
Triptófano	63	75	52
Lisina	549	274	230
Metionina	47	84	55
Cistina	84	96	47
Fenilalanina	287	334	316
Tirosina	186	203	203
Leucina	542	382	322
Isoleucina	417	321	298
Treonina	264	291	160
Arginina	430	322	446
Histidina	195	227	168
Valina	342	391	431
Nitrógeno, por ciento	7,65	6,11	7,78

proteínico del subproducto de la industria aceitera, usando como base de comparación lo que en este sentido ofrece el algodón. Sin embargo, es difícil competir con este último, ya que la finalidad primordial de su cultivo es la fibra, siendo el aceite y la proteína, ingredientes de segunda importancia. A pesar de ello, y como ya se dijo, debido a que hay escasez de proteína en la zona y en vista del incremento en la producción de fibras sintéticas, se acentúa la necesidad de que en la selección de semillas oleaginosas, se tenga presente su contenido proteínico. En relación con este último aspecto, conviene investigar también una característica fundamental, la calidad de la proteína, es decir, el balance de aminoácidos esenciales que ésta contenga (5).

Si en la selección de semillas oleaginosas se utiliza como criterio el contenido de aceite, el maní es la que ofrece las mejores posibilidades, seguido de la soya, y por último, del girasol. Sin embargo, ya que la cantidad de proteína y su calidad son factores de importancia, el cultivo de soya principalmente, o el de girasol, sería preferible. Obviamente existen otros aspectos primordiales que deben tenerse en mente tales como su adaptación, rendimiento por unidad de área, y regiones adecuadas para su siembra. En este sentido parece ser que la soya es la semilla de mayores perspectivas, por lo que su introducción en el área para propósitos de cultivo en gran escala debería estimularse.

Los datos expuestos señalan que existen variedades con mayor concentración de aceite que otras, hecho que ya ha sido informado por varios investigadores (3, 10, 17). Asimismo, parece ser que también hay variedades que contienen más proteína, y que a mayor concentración de aceite corresponde un menor contenido proteínico (8-10). Sin embargo, esto último no tiene gran importancia, ya que cuando la semilla se procesa para extraerle el aceite, queda un residuo que bien puede ser que contenga de 40 a 50 por ciento de proteína. Los datos también sugieren que el ambiente y los métodos de cultivo pueden alterar tanto su contenido de aceite como el de proteína, aspectos que requieren una investigación más a fondo en Centroamérica y Panamá. Los datos preliminares en lo referente a la soya indican que el uso de la bacteria nitrificante de soya, juntamente con un fertilizante adecuado, puede arrojar rendimientos de 4.500 libras por hectárea, en el altiplano, cifra que compara favorablemente con los informes al respecto (17). De nuevo, esta información requiere adecuadas investigaciones a fin de que los Gobiernos del área, así como los propios agricultores, puedan hacer inversiones dedicadas a su cultivo.

De las tres semillas sometidas a estudio, la soya, según se manifestó, es la más prometedora desde el ángulo económico y desde el punto de vista nutricional, tanto para consumo animal como para el hombre. Su proteína tiene un alto valor nutritivo y aun cuando deficiente en metionina (2) esto se corrige fácilmente; además, es buena fuente de lisina, aminoácido en el que los cereales, alimento básico de la región, son deficientes (14). Por otro lado, la proteína del girasol

tiene bajas concentraciones de lisina (13) y la de maní acusa deficiencias en lisina, metionina y treonina (11, 13, 16).

Debido a la gran importancia y excelente valor nutritivo de la proteína de la soya, muchos son los estudios que se han llevado a cabo sobre su utilización como fuente proteínica en raciones para animales (2, 10, 21) y como suplemento de dietas humanas (6). Se ha investigado también su uso como alimento en el Lejano Oriente y, recientemente, como fuente de proteína sintética parecida a la proteína de origen animal (6). La información disponible en la literatura en lo que respecta al girasol es más limitada, aunque sí existen algunos estudios sobre su uso. Grau y Almquist (12), por ejemplo, la emplearon como fuente de proteína en raciones para polluelos en crecimiento y encontraron que era adecuada para el mantenimiento de su desarrollo. Alexander y Hill (1), sin embargo, señalan que la proteína del girasol es deficiente en lisina, y que su disponibilidad es afectada por la temperatura a que se somete durante el proceso de extracción del aceite. No obstante, este fenómeno, efecto común del proceso, aplica también a las otras semillas oleaginosas (3, 15).

El maní, por su parte, ha sido estudiado también extensamente en la nutrición animal y humana (18, 19). Con este último propósito se han preparado proteínas aisladas del maní, utilizándolas como base en la elaboración de alimentos ricos en proteína (18).

En concreto, y con base en los comentarios previos, se considera que el cultivo de estas tres semillas leguminosas en la región centroamericana podría ser de gran utilidad, no sólo en la crianza de animales sino también para mejorar la dieta de los pobladores.

### Resumen

Se da cuenta de un estudio sobre la composición química proximal de diversas variedades de frijol de soya, semilla de girasol y de maní, así como de las harinas derivadas de las mismas al someterse al proceso de extracción del aceite. Los datos revelan que el maní contiene más aceite que el frijol de soya y el girasol, y que las tres son comparables en cuanto a su concentración de proteína. El proceso de extracción del aceite, sin embargo, aumenta ese contenido proteínico a valores que exceden del 40 por ciento.

El análisis de aminoácidos esenciales a que se sometieron las harinas producidas a partir de cada una de las tres semillas, indica que la calidad de la proteína de la soya es superior a la del girasol, y que ambas son mejores que la del maní.

Se comenta la importancia de seleccionar semillas oleaginosas con propósitos de cultivo no sólo con base en su contenido de aceite, sino también teniendo en cuenta la cantidad y calidad de la proteína que contienen, a fin de mejorar la nutrición humana y animal en el área centroamericana.

### Literatura citada

1. ALEXANDER, J. C. y HILL, D. C. The effect of heat on the lysine and methionine in sunflower seed oil meal. *Journal of Nutrition* 48:149-159. 1952.
2. ALMQUIST, H. J., *et al.* Soybean proteins as a source of amino acids for the chicks. *Journal of Nutrition* 24:385-392. 1942.
3. ALTSCHUL, A. M. (Ed). *Processed Plant Protein Foodstuffs*. New York, Academic Press, 1958. 469 p.
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the A.O.A.C.* 9th ed. Washington, D. C., The Association, 1960. 832 p.
5. BLOCK, R. J. y MITCHELL, H. H. The correlation of the amino-acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutrition, Abstracts and Reviews* 16:249-278, 1946-1947.
6. BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. Processed vegetable protein mixtures for human consumption. *Advances in Food Research* 16:1-103. 1968.
7. ———— *e. al.* Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. I. Composición química y contenido de gosispol de harinas de torta de semilla de algodón elaborada en el área. *Turrialba* 18:391-396. 1968.
8. CIRCLE, S. J. y JOHNSON, D. W. Edible isolated soybean protein. *In: Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, 1958. pp. 399-418.
9. CLANDININ, D. G. Sunflower seed oil meal. *In: Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, 1958. pp. 557-575.
10. CRAVENS, W. W. y SIPOS, E. Soybean oil meal. *In: Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press Inc., 1958. pp. 353-397.
11. DAVIDSON, J. y BOYNE, A. W. Methionine and lysine supplementation of groundnut meal in experimental diets for laying hens. *British Journal of Nutrition* 16:541-549. 1962.
12. GRAU, C. R. y ALMQUIST, H. J. Value of sunflower seed protein. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 60:373-374. 1945.
13. HOWE, E. E., GILFILLAN, E. W. y MILNER, M. Amino acid supplementation of protein concentrates as related to the world protein supply. *American Journal of Clinical Nutrition* 16:321-326. 1965.
14. HOWE, E. E., JANSEN, G. R. y GILFILLAN, E. W. Amino acid supplementation of cereal grains as related to the world food supply. *American Journal of Clinical Nutrition* 16:315-320. 1965.
15. LIENER, I. E. Effect of heat on plant proteins. *In: Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, 1958. pp. 79-129.

16. MCOSKER, D. E. The limiting amino acid sequence in raw and roasted peanut protein. *Journal of Nutrition* 76:453-459. 1962.
17. MARKLEY, K. S. Soybeans and soybean products. I and II. New York, Interscience Publishing Co., 1950, 1951. 2 v.
18. PARPIA, H. A. B. y SUBRAMANIAN, N. Plant protein foods in India. *In: World Protein Resources*. Washington, D. C., American Chemical Society, 1966. pp. 112-132. (Advances in Chemistry Series 57).
19. ROSEN, G. D. Ground nuts (peanuts) and ground nut meal. *In: Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, 1958. pp. 419-468.
20. SCRIMSHAW, N. S. y BEHAR, M. Protein malnutrition in young children. *Science* 133:2039-2047. 1961.
21. SEWELL, R. F., KEEN, B. C. y CARMON, J. L. The value of various blends of soybean oil meal, peanut oil meal, and degossypolized cottonseed oil meal as protein supplements in swine rations. *Journal of Animal Science* 16:357-363. 1957.
22. STEELE, B. F., *et al.* Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081. *Journal of Biological Chemistry* 177:533-544. 1949.
23. ZAGHI, S. de, y BRESSANI, R. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. II. Composición química de la semilla y de la harina de torta de ajonjolí (*Sesamum indicum*). *Turrialba* 19:34-38. 1969.