

ESTUDIOS BIOQUIMICOS Y NUTRICIONALES DE LA SEMILLA GERMINADA DE SOYA¹

María Joaquina Morón Jiménez,² Luiz G. Elías,³ Ricardo Bressani,⁴ Delia A. Navarrete,³ Roberto Gómez-Brenes³ y Mario R. Molina³

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

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los cambios bioquímicos y nutricionales que sufren las semillas de soya durante su germinación.

Las semillas de soya se sometieron a remojo durante un período de ocho horas y después fueron germinadas por el término de 0, 1, 3 y 5 días. Parte de estas semillas se sometió a un proceso de autoclave. Luego, las semillas crudas y cocidas fueron secadas, molidas y analizadas.

Durante el proceso de germinación se produjo un incremento en el contenido porcentual de proteína y fibra en las semillas crudas, en cambio, en las semillas cocidas se constató una leve disminución de dicho contenido con respecto a las primeras. El extracto etéreo aumentó porcentualmente hasta el tercer día, para luego disminuir al quinto día. En las semillas cocidas, los valores fueron más altos que en las crudas, debido a que durante el proceso de autoclave hubo pérdidas de proteínas y carbohidratos.

En cuanto al contenido de cenizas, éste disminuyó porcentualmente a medida que transcurría la germinación, lo mismo ocurrió con el extracto libre de proteína. Los azúcares rafinosa y estaquirosa, factores causantes de flatulencia, desaparecieron al tercer día de germinación.

Manuscrito modificado recibido: 26-6-85.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo con fondos provistos por la Comunidad Económica Europea (Subvención INCAP T-310).
- 2 La investigación objeto de este artículo se basa parcialmente en trabajo de tesis del primer autor, previo a optar el grado de *Magister Scientifical* en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP.
- 3 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.
- 4 Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-1168.

En la extracción nitrogenada, se observó que ésta rendía un mayor porcentaje de extracción usando agua destilada como solvente, tanto para las semillas crudas como para las cocidas, mientras que con NaOH y NaCl, la extracción nitrogenada era menor.

El contenido de inhibidores de tripsina ascendió al primer día de germinación, para luego disminuir. Las semillas sin germinar, sometidas al autoclave, no acusaron actividad de inhibidores de tripsina; en cambio en las germinadas, cocidas, esa actividad aumentó levemente a medida que transcurrían los días de germinación.

En lo referente al índice de eficiencia proteínica (PER) de las semillas con 0, 1 y 3 días de germinación, éstas no presentaron diferencias significativas entre ellas, acusando las semillas cocidas valores más altos que las crudas. La digestibilidad aparente ascendió a medida que avanzaba el período germinativo, obteniéndose mejores valores al ser sometidas al autoclave.

En la prueba de degustación de leche de soya, se observó que entre la leche de soya sin germinar, y la que tenía tres días de germinación, no había diferencias significativas.

INTRODUCCION

La soya (*Glycine max*) es una fuente de proteína de buena calidad y bajo costo. A pesar de ello, a nivel poblacional se observa un escaso consumo de soya (granos o subproductos), debido a diferentes factores como sabor amargo o metálico, flatulencia (1) y baja digestibilidad (2). En investigaciones bioquímicas al respecto, se ha constatado deficiencia de aminoácidos azufrados (3-6) y la presencia de numerosos compuestos anti-fisiológicos, como inhibidores de tripsina, hemaglutininas y oligosacáridos. Estos hallazgos condujeron a buscar la forma de eliminar los compuestos mencionados, y a mejorar el valor nutricional de la soya.

El objetivo de este trabajo, por lo tanto, fue estudiar los cambios bioquímicos y nutricionales que se producen en las semillas de soya durante la germinación.

MATERIALES Y METODOS

En el estudio se utilizaron semillas de soya variedad Siatsa 194, obtenida de La Lima, República de Honduras.

Las semillas se remojaron durante ocho horas a temperatura ambiente, en una solución de hipoclorito de sodio al 0.0050/o, con la finalidad de evitar el crecimiento de mohos (7). Transcurrido dicho período se procedió a colocarlas en bandejas para su germinación, la que se efectuó a temperatura ambiente (25-28°C) y en la oscuridad, durante uno, tres y cinco días. Al finalizar los períodos de germinación, se tomó la mitad de cada grupo, la cual se sometió al autoclave durante 15 minutos a 120°C de temperatura, y a 16 lb de presión. Las semillas con 0 días de germinación previo al autoclaveado, fueron remojadas durante ocho horas. Luego, todas las semillas se secaron en un horno con aire forzado a una temperatura de aire entrante de $50 \pm 2^\circ\text{C}$ y se molieron en un molino de martillos.

A continuación se sometieron a los análisis químicos siguientes: humedad, por la AOAC (8); nitrógeno, por el método macro Kjeldahl, de la AOAC (8); extracto etéreo, según el método Soxhlet de la AOAC (8), y

fibra y cenizas, también por la técnica recomendada por la AOAC (8); el extracto libre de nitrógeno se determinó por diferencia; la rafinosa y estaquiosa, por cromatografía de papel (7), y los inhibidores de tripsina, por el procedimiento de Kakade y Evans (9). Finalmente, se llevó a cabo el fraccionamiento secuencial de nitrógeno (10, 11).

Los análisis biológicos fueron realizados en ratas, raza Wistar, de la colonia animal del INCAP. Se determinó el índice de eficiencia proteínica (PER) para lo cual se utilizaron ocho ratas recién destetadas de 21 a 23 días de edad. Las dietas fueron preparadas al 100% de proteínas y se suministraron *ad libitum* al igual que el agua, durante el término de 28 días. La composición de la dieta basal se detalla en la Tabla 1. Se llevó un registro semanal de consumo de la dieta y de la ganancia de peso de los animales. También se determinó la digestibilidad aparente (DA); este ensayo se efectuó en la última semana de la prueba experimental del PER. Las heces fueron recolectadas durante siete días, luego se pesaron y se tomaron datos sobre el consumo de alimentos. Terminado el período del experimento se analizó el contenido de nitrógeno de heces y dietas.

Los datos de tiempo de germinación, procesamiento de las semillas germinadas y no germinadas, así como de composición química y biológica, fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de varianza y la prueba de Duncan (12).

TABLA 1

COMPOSICION PORCENTUAL DE LA DIETA BASAL

Ingredientes	g/100 g de dieta
Soya*	—
Aceite vegetal	5.00
Aceite de bacalao	1.00
Minerales	4.00
Almidón de maíz	90.00
Vitaminas	5 ml/100 g de dieta

* En la cantidad necesaria para alcanzar 100% de proteína.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados sobre cambios químicos de las semillas de soya germinada, obtenidos en este trabajo, proporcionan una idea de la actividad metabólica de las semillas durante el proceso germinativo.

1. *Proteínas*

En la Tabla 2 se observa que el contenido proteínico porcentual de las semillas de soya asciende a medida que transcurre la germinación, desde 41.0 g/100 g en semilla sin germinar, hasta 43.9 g/100 g al quinto día de germinación, siendo la diferencia altamente significativa. En diversos

TABLA 2

**CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN SEMILLAS DE SOYA GERMINADAS, CRUDA Y COCIDA
(g/100 g materia seca)**

Procesos	Días de germinación	Proteínas*	Extracto etéreo	Extracto libre de nitrógeno★	Fibra	Cenizas
Soya cruda	0	41.0 ± 0.15 ^{eo}	21.5 ± 0.16 ^d	26.4 ± 0.27 ^b	4.8 ± 0.30 ^d	6.3 ± 0.05 ^d
	1	40.8 ± 0.18 ^e	22.6 ± 0.21 ^c	26.2 ± 0.48 ^b	4.4 ± 0.17 ^e	6.0 ± 0.06 ^e
	3	42.8 ± 0.18 ^c	23.8 ± 0.37 ^a	22.1 ± 0.70 ^d	5.3 ± 0.24 ^c	6.0 ± 0.02 ^b
	5	43.9 ± 0.20 ^a	23.1 ± 0.39 ^b	21.1 ± 0.49 ^e	5.9 ± 0.33 ^a	5.9 ± 0.07 ^c
Soya cocida	0	40.3 ± 0.20 ^f	22.4 ± 0.02 ^c	27.3 ± 0.47 ^a	4.2 ± 0.68 ^e	5.8 ± 0.07 ^c
	1	42.0 ± 0.20 ^d	23.2 ± 0.48 ^b	24.3 ± 0.12 ^c	4.9 ± 0.16 ^d	5.6 ± 0.07 ^c
	3	42.7 ± 0.00 ^c	24.2 ± 0.14 ^a	21.9 ± 0.36 ^d	5.7 ± 0.37 ^b	5.6 ± 0.07 ^c
	5	43.2 ± 0.41 ^b	24.1 ± 0.16 ^a	21.1 ± 0.54 ^{ed}	5.8 ± 0.35 ^{ab}	5.5 ± 0.22 ^f

* Proteína: N x 6.25.

★ Extracto libre de nitrógeno: calculado por diferencias (100 - (P + Ext. Et. + Fibra + H₂O + Cenizas)).

° ± DE.

P < 0.05.

Las cifras con letras distintas son significativamente diferentes entre sí.

estudios realizados en frijol y soya (13, 14), se ha demostrado que el contenido de proteína aumenta durante la germinación. McAlister y Krober (15) observaron que las reservas proteínicas no se utilizan con tanta rapidez como las de carbohidratos. No obstante, en trabajos recientes se ha podido comprobar que el nitrógeno proteínico se transforma en nitrógeno no proteico durante la germinación (16), hallazgo que fue confirmado por Becker, Milner y Nage (17). Dichos investigadores demostraron que las semillas germinadas tienen un mayor contenido de nitrógeno no proteico que las no germinadas.

En las semillas sometidas al autoclave, el contenido proteínico porcentual fue menor que en las semillas crudas correspondientes. Es probable que esto se deba a las altas temperaturas y vapor, lo que hace que las semillas puedan perder parte del nitrógeno soluble y, por consiguiente, su contenido porcentual total de proteína.

2. *Extracto Etéreo*

Con el contenido porcentual de extracto etéreo ocurre algo similar, ya que de 21.5 g/100 g en las semillas sin germinar, éste aumentó a 23.8 g/100 g al tercer día de germinación (Tabla 2). Numerosos investigadores (13, 18) afirman que el contenido de extracto etéreo se incrementa con la germinación. Pero lo que llama la atención es que al quinto día de germinación ocurrió una leve disminución. Este hecho se explica, sin embargo, dado que las semillas necesitan fuentes de energía, pues los carbohidratos han sido del todo utilizados; por lo tanto, las semillas comienzan a usar los lípidos a fin de transformarlos en carbohidratos para su utilización como fuentes energéticas (19).

Las semillas autoclaveadas acusan valores más altos que las semillas crudas correspondientes. Probablemente, ello se debe a que al ser sometidas a dicho proceso, las semillas pierden parte de sus proteínas solubles y carbohidratos; el contenido porcentual de extracto etéreo, por lo tanto, aumenta.

3. *Fibra*

En la Tabla 2 también se observa que el contenido porcentual de fibra aumentó de 4.8 a 5.9 g/100 g a medida que transcurrían los días de germinación. Estos valores son significativamente diferentes.

4. *Cenizas*

El contenido de cenizas disminuyó con los diferentes días de germinación (Tabla 2), lo que coincide con las investigaciones realizadas tanto en frijoles (20) como en soya (20).

5. *Extracto Libre de Nitrógeno*

Los valores del extracto libre de nitrógeno disminuyeron durante el proceso de germinación de 26.4 a 21.1 g/100 g (Tabla 2), fenómeno que ha sido confirmado en numerosas investigaciones (7, 21).

6. Rafinosa y Estaquirosa

Estos dos azúcares son causantes de flatulencia y se metabolizan rápidamente durante la germinación. Los datos en la Tabla 3 señalan que tanto el contenido de rafinosa como el de estaquirosa, disminuyen hasta desaparecer. Estudios realizados por otros investigadores (7, 22) concluyen que estos azúcares se reducen ostensiblemente durante el período de germinación.

TABLA 3

CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE RAFINOSA, ESTAQUIOSA E INHIBIDORES DE TRIPSINA EN SEMILLAS DE SOYA GERMINADAS, CRUDAS Y COCIDAS

Procesos	Días de germinación	Rafinosa g/100 g materia seca	Estaquirosa g/100 g materia seca	Inhibidores de tripsina (UTI/ml de extracto)
Cruda	0	1.24 ± 0.04 ^{a*}	4.03 ± 0.07 ^a	25.17 ± 0.17 ^c
	1	0.97 ± 0.03 ^b	1.81 ± 0.04 ^c	30.50 ± 0.35 ^a
	3	0 ^a	0 ^e	28.40 ± 0.20 ^b
	5	0 ^e	0 ^e	17.47 ± 0.16 ^d
	Cocida	0	0.87 ± 0.03 ^c	3.41 ± 0.03 ^b
1		0.51 ± 0.03 ^d	0.99 ± 0.00 ^d	2.50 ± 0.43 ^f
3		0 ^e	0 ^e	3.47 ± 0.13 ^e
5		0 ^e	0 ^e	3.75 ± 0.92 ^e

P ≤ 0.05.

* ± DE.

Las cifras con letras diferentes son significativamente diferentes entre sí.

7. Inhibidores de Tripsina

El contenido de inhibidores de tripsina, en cambio, aumentó de 25.17 a 30.50 UTI/ml al primer día de germinación para luego disminuir a 17.47 UTI/ml al quinto día de germinación. Otros investigadores (23, 24) indican que los inhibidores de tripsina disminuyen durante los días de germinación.

Las semillas sometidas al autoclave, sin germinar, no presentan inhibidores de tripsina, en tanto que las germinadas que se someten al mismo proceso acusan valores de 2.50 a 3.75 UTI/ml. Este hallazgo demuestra que los inhibidores son destruidos por el calor, lo que otras evidencias experimentales sustentan ampliamente (18, 23).

8. Fraccionamiento Secuencial Nitrogenado

Los resultados del fraccionamiento secuencial nitrogenado de las

semillas de soya (Tabla 4) muestran que el mayor porcentaje de extracción se obtuvo en las semillas crudas, y no en las autoclaveadas. Con referencia a los solventes, se obtuvo un mayor porcentaje de extracción tanto en las semillas crudas como en las cocidas, usando agua destilada como solvente, disminuyendo el porcentaje de extracción con NaOH y NaCl, y reduciéndose aún más con el etanol. Investigaciones de Tao y Komatsu (25), corroboran estos hallazgos. En cuanto al porcentaje de extracción nitrogenada en las semillas cocidas, éste es menor que en las crudas debido a que la solubilidad de las proteínas de soya está influenciada por el calor.

TABLA 4

**PORCENTAJE DE EXTRACCION NITROGENADA EN FRACCIONAMIENTO
SECUENCIAL EN SEMILLAS DE SOYA, ANTES Y DESPUES DE
GERMINADAS**

Procesos	0 días de germinación				°/o de total de extracción	°/o de residuo
	H ₂ O	NaCl (0.5 M)	Etanol (70°/o)	NaOH (0.01 M)		
Cruda	72.72	3.34	1.35	4.04	81.45	18.55
Cocida	57.50	3.10	1.24	5.58	67.42	32.58
1 día de germinación						
Cruda	65.11	4.47	0.64	7.66	77.88	22.12
Cocida	59.07	3.82	0.96	6.37	70.22	29.78
3 días de germinación						
Cruda	68.22	4.87	0.89	5.97	79.95	20.05
Cocida	59.87	3.64	1.22	5.49	70.22	29.72
5 días de germinación						
Cruda	69.01	3.50	0.58	4.67	73.09	26.91
Cocida	56.65	3.59	0.90	4.79	61.04	38.96

* Calculado por diferencia.

9. Índice de Eficiencia Proteínica (PER)

El índice de eficiencia proteínica aumentó levemente al primer día y tercero de germinación (1.35 y 1.24, respectivamente) con respecto a las semillas sin germinar (1.21) pero estadísticamente no hubo diferencias significativas entre ellas; en cambio al quinto día el PER disminuyó (Tabla 5).

En cuanto a las semillas autoclaveadas, se observa que las semillas sin germinar, cocidas, presentaron el mayor valor de PER (2.62), mientras que las germinadas tuvieron valores menores. Sin embargo, las semillas con tres días de germinadas, cocidas (PER de 2.55), no acusaron diferencias significativas con las semillas no germinadas cocidas.

TABLA 5

**INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) Y DIGESTIBILIDAD
APARENTE EN SEMILLAS DE SOYA CON 0, 1, 3 y 5 DIAS
DE GERMINACION**

Procesos		Indice de eficiencia	Digestibilidad
Días de germinación		proteínica (PER)	aparente (DA)
Crudas	0	1.21 ± 0.44 ^c	75.71 ± 9.19 ^d
	1	1.35 ± 0.30 ^c	78.03 ± 2.50 ^c
	3	1.24 ± 0.28 ^c	79.35 ± 1.93 ^c
	5	1.05 ± 0.30 ^d	83.33 ± 0.84 ^b
Cocidas	0	2.62 ± 0.12 ^a	84.01 ± 1.39 ^b
	1	2.30 ± 0.28 ^c	86.44 ± 1.49 ^a
	3	2.55 ± 0.25 ^a	85.29 ± 1.98 ^b
	5	2.33 ± 0.38 ^b	85.86 ± 1.18 ^a
Caseína		2.89 ± 0.20	93.37 ± 1.02

* ± DE.

Las letras diferentes en la misma columna, son significativamente diferentes entre sí.

Diversas investigaciones (26, 27) afirman que el proceso de autoclave mejora el valor nutricional de las semillas.

10. Digestibilidad Aparente (DA)

La digestibilidad aparente (Tabla 5), ascendió a medida que transcurrían los días de germinación, de 75.71% en semillas sin germinar, a 83.33% al quinto día de germinación, sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos. No obstante, la digestibilidad aparente del primer día y tercero de germinación, no acusaron diferencias entre ellos. El-Hag *et al.* (28) también demostraron que la baja digestibilidad de las leguminosas mejora a través de la germinación.

En las semillas sometidas al autoclave, la digestibilidad mejoró con respecto a las crudas. Las semillas sin germinar, cocidas, acusaron una DA de 84.01%; en cambio, las germinadas, cocidas, tuvieron valores levemente mayores: 86.44%, 85.29% y 85.86% a los 1, 3 y 5 días de germinadas, respectivamente, pero sin que hubiesen diferencias significativas entre ellas.

11. Leche de Soya

Este estudio se completó con la preparación de leche de soya, utilizando las semillas de soya de 0, 3 y 5 días de germinadas con el fin de hacer una prueba de aceptabilidad. Ésta se efectuó por medio del método de preferencia (29), utilizando 12 panelistas. El mayor puntaje fue el de la leche de semillas con cero día de germinación, debido a que éstas

presentaban un sabor menos astringente que las germinadas. El sabor de las semillas de soya y sus productos lo ocasiona la presencia de ácidos fenólicos (30) y de lipoxidasas (31). Es probable que ello se deba a que las leches fueron preparadas a partir de harina de soya, usando los cotiledones y raicillas. En resumen, estos hallazgos parecen sugerir que las raicillas interfieren negativamente con el sabor de la leche de soya. Por lo tanto, el proceso de germinación no favorece la aceptabilidad de la leche de soya.

CONCLUSION

A partir de los datos resultantes de los períodos de germinación y de su comparación, se concluye que es preferible usar las semillas germinadas durante tres días, ya que éstas presentan un mejor PER que las de cinco días, a pesar de que éstas tienen una mayor digestibilidad aparente. Las semillas con tres días de germinación, sin embargo, presentan un aumento en su digestibilidad aparente con respecto a las semillas sin germinar. También es de notar que los azúcares rafinosa y estaquiosa desaparecen al tercer día de germinación; además, los inhibidores de tripsina también disminuyen a partir del tercer día. Es importante destacar, asimismo, que el color de las semillas germinadas es el característico de las semillas de soya, amarillo pálido, mientras que el color de las de cinco días de germinadas es amarillo verdoso, lo cual es un factor indeseable.

SUMMARY

BIOCHEMICAL AND NUTRITIONAL STUDIES ON GERMINATED SOYBEAN SEEDS

The purpose of this work was to determine the biochemical and nutritional changes of soybean seeds during germination.

Soybean seeds were soaked for a period of eight hours and then germinated for 0, 1, 3 and 5 days. Part of them was subjected to an autoclave process. Then, both the raw and cooked seeds were dried, ground and analyzed.

During the germination process an increase in the percentage content of protein and fiber in the seeds occurred; cooked seeds, in contrast, showed a slight decrease with respect to the former. Ether extract increased in percentage until the third day, and then decreased on the fifth. In the cooked seeds, higher values than in the raw seeds were obtained, due to the fact that when seeds were autoclaved, protein and carbohydrate losses occur.

In regard to ash content, this diminished in percentage as germination advanced; the same happened to the free-protein extract. The raffinose and stachyose sugars, factors which cause flatulence, disappeared on the third germination day.

As to nitrogen extraction, a greater percentage was obtained using distilled water as solvent, both for the raw and cooked seeds, than when using NaOH and NaCl.

The trypsin inhibitors content increased on the first day of germination and then decreased. Ungerminated, autoclaved seeds, showed no trypsin inhibitors activity, whereas in the germinated cooked seeds, it increased slightly as germination days went by.

Regarding protein efficiency ratio (PER), seeds with 0, 1 and 3 germination days

presented no significant differences among them, the cooked seeds exhibiting higher values than the raw seeds. Apparent digestibility increased as the germination period advanced, having obtained better values when they were autoclaved.

In the soybean milk acceptability test, no significant differences were observed between milk from ungerminated soybean seeds, and milk from the 3-day germinated seeds.

BIBLIOGRAFIA

1. Landa, J. A. Características y componentes alimentarios. Jornada Integral de Soya, Buenos Aires, 1973. 5a ed. Buenos Aires, 1973, p. 29-31.
2. Jaffé, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. Arch. Latinoamer. Nutr., 18: 203-218, 1968.
3. Bressani, R., L. G. Elías & M. R. Molina. Estudios sobre digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. Arch. Latinoamer Nutr., 27(2): 215-231, 1977.
4. De, S. S. Role of inhibitors in soybean. Science, 106: 421-422, 1947.
5. Hymowitz, T. & F. I. Collins. Variability of sugar content in seed of Glycine max (L) Merrill and G. soya Sieb and Zucc. Agronomy J., 66: 239-240, 1974.
6. Rackis, J. J. Biological and physiological factors in soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc., 51: 161-174, 1974.
7. Andi O. Chen & B.S. Luh. Effect of germination on oligosaccharides and nutrients in California Small White Beans (*Phaseolus vulgaris*). Department of Food Science and Technology. University of California, Davis, California 95616. Comunicación personal, diciembre de 1976.
8. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1094 p.
9. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw beans (*Phaseolus vulgaris*). J. Nutr., 90: 191-202, 1966.
10. Lund, A. P. & W. M. Sandstrum. The protein of various seeds. J. Agric. Res., 66: 349-354, 1943.
11. Nuñez, E. L. Efecto de Varios Solventes sobre la Extracción de las Diferentes Fracciones Proteínicas del Frijol y Digestibilidad de las Mismas. Tesis (*Magister Scientifical* en Ciencias y Tecnología de Alimentos). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., enero de 1975, 84 p.
12. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11: 1-42, 1955.
13. Fordhan, J. R., C. E. Wells & L. H. Chen. Sprouting of seed and nutrient composition of seeds and sprouts. J. Food Sci., 40: 552-556, 1975.
14. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Effect of soaking and germination on the nutritive value of Navy beans. J. Food Sci., 31: 781-783, 1966.
15. McAlister, D. F. & O. A. Krober. Translocation of food reserves from soybean cotyledons and their influence on the development of the plant. Plant Physiol., 26: 525-538, 1951.
16. Palmer, R., A. McIntosh & A. Pusztai. The nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*); the effect on nutritional value of seed germination and changes in trypsin inhibitor content. J. Sci. Food Agric., 24: 937-944, 1973.
17. Becker, H., R. T. Milner & R. A. Nagel. A method for determination of non-protein nitrogen in soybean meal. Cereal Chem., 17: 447-457, 1940.

18. Batres, R. P., F. W. Knapp & P. E. Araujo. Protein quality of green-mature, dry-mature and sprouted soybean. *J Food Sci.*, 42: 271-272, 1977.
19. Howell, R. W. & B. E. Caldwell. Genetic and other biological characteristics. In: *Soybeans, Chemistry and Technology*. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The AVI Publishing Co. Inc., 1972, p. 27-60.
20. Elías, L. G., A. Conde, A. Muñoz & R. Bressani. Effect of germination and maturation on the nutritive value of common beans (*Phaseolus vulgaris*). En *Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods*. Proceedings of a meeting held November 6-9, 1973, Ribeirão Preto, S. Paulo, Brazil. W. G. Jaffé (Ed.), and J. E. Dutra de Oliveira (Associate Ed.). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 1975, p. 139-152 (edición especial)
21. Abrahamsen, M. & T. W. Sudia. Studies on the soluble carbohydrates and carbohydrate precursors in germinating soybean seed. *Am. J Botany*, 53: 108-114, 1966.
22. Pazur, J. H., M. Shadaksharaswamy & G. E. Meidell. The metabolism of oligosaccharides in germinating soybean, *Glycine max*. *Arch. Bioch. Bioph.*, 29: 78-85, 1962.
23. Collins, J. L. & G. G. Sanders. Changes in trypsin inhibitory activity in some soybean varieties during maturation and germination. *J. Food Sci.*, 41: 168-172, 1976.
24. Bau, H. M. & G. Debry. Germinated soybean protein products. chemical and nutritional evaluation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56: 160-162, 1972.
25. Tao, W. S. & S. Komatsu. Biochemical studies on the soybean. I. Chemical changes of the protein during the germination of the soybean in darkness. *Mem. Coll. Sc. Kyoto Imp. Univ.*, Ser. A. 14: 287-292, 1935. (Original no consultado; compendiado en *Chem. Abst.*, 26: 1640-1641, 1932).
26. Everson, Gladys, H. Steenbock, Dena D. Cederquist & Helen T. Parsons. The effect of germination, the stage of maturity and the variety upon the nutritive value of soybean protein. *J. Nutr.*, 27: 225-229, 1964.
27. Jaya, T. V., K. S. Krishnamurthy & L. V. Venkataraman. Effect of germination and cooking on the protein efficiency ratio of some legumes. *Nutr. Reps. Internat.*, 12(30) 175-183, 1975.
28. El-Hag, N., N. F. Haard & R. E. Morse. Influence of sprouting on the digestibility coefficient, trypsin inhibitor and globulin proteins of Red Kidney bean. *J. Food Sci.*, 43: 1874-1875, 1978.
29. Kramer, A. & B. A. Twigg. *Fundamentals Quality Control for the Food Industry*. Rev. and augmented ed. Westport Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1966, p. 120-154.
30. Smith, A. K. & S. J. Circle. Chemical composition of seed soybean. In: *Soybeans, Chemistry and Technology*. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The AVI Publishing Co. Inc., 1972, p. 339-389.
31. Wilkens, W. F., L. R. Mattick & D. B. Hand. Effect of processing methods on oxidative off flavors of soybean milk. *Food Technol.*, 21: 1630-1633, 1967.