

Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano^{*/1}

LUIZ G. ELIAS**, F. R. CRISTALES***, RICARDO BRESSANI****, HELEODORO MIRANDA*****

ABSTRACT

*A total of 15 cultivars of legume seeds - 6 of beans (*Phaseolus vulgaris*), 7 of cowpeas (*Vigna sinensis*), 1 of pigeon peas (*Cajanus cajan*) and 1 of soybeans (*Glycine max*) - were studied chemically and nutritionally.*

Chemical analyses showed that, with the exception of soybeans, the protein content of all samples fluctuated between 20.6 and 27.9 per cent. For soybeans this value was 41.5 per cent. Regarding ether extract, soybean again showed a four-to-five-fold content in this nutrient as compared to the other species. Independent of species, lysine content was relatively high while methionine content was relatively low. Lysine content, however, showed a higher variation within species such as in common beans and cowpeas. The trypsin inhibitor content varied also among varieties and among the different species, with beans having the highest content (12.9 - 14.8 TUI/ml), followed by pigeon peas (10.1 TUI/ml) and soybeans (24.5 TUI/ml), while in cowpeas the content was low (4.8 - 13.7 TUI/ml).

*Regarding protein quality in the samples, *Phaseolus* species gave the lowest values for protein efficiency ratio (PER) (0.11 - 0.46), followed by *Cajanus* and *Vigna* (0.89 and 1.40 respectively) and the highest values were obtained with soybeans (2.15). The values for pancreatic growth index were parallel to those of PER. The present study also shows that when samples were evaluated together with their cooking water, the results were lower, irrespective of species, than when the cooking water was eliminated. This effect was more marked in the case of beans than in cowpeas, pigeon peas or soybeans. Likewise, the protein digestibility of the cooking water was very low.*

From these results it is concluded that the differences encountered in nutritive value among the different species studied can not be explained in terms of chemical or amino acid composition, or of their content of trypsin inhibitors. Regarding the adverse effect of the cooking water on the nutritive value of the seeds, it can be partially attributed to the low digestibility of its nitrogen-containing fraction which, in turn, may be due to other substances present in the seeds that could form non-digestible complexes with the protein. — The authors.

* Recibido para la publicación el 5 de agosto de 1976.

1/ Este trabajo fue financiado por la Subvención 710 de la Research Corporation con sede en la ciudad de Nueva York, E.U.A.

** Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

*** Investigador del Centro Nacional de Tecnología y Agricultura (CENTA), San Salvador, El Salvador.

**** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

***** Coordinador del Programa de Leguminosas de Grano del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), Zona Norte, San Salvador, El Salvador.

Introducción

DESDE hace ya algún tiempo se reconoce la importancia de las leguminosas de grano como fuentes de proteína. Sin embargo, el deseo de incrementar su producción y uso en la alimentación humana, y el de conocer más a fondo sus limitaciones nutritivas, así como el de aumentar su utilización industrial, son aspectos de interés más reciente (2, 4, 8).

Asimismo, se sabe que en la dieta del poblador centroamericano, desde hace cierto tiempo las leguminosas de grano —en particular el frijol (*Phaseolus vulgaris*)— ocupan el segundo lugar como fuentes de proteína después de los cereales (10). No obstante, su aporte proteínico es de alrededor del 20 por ciento de la ingesta total (10), habiéndose constatado que cuando esa contribución es igual a la de los cereales, su calidad proteínica es superior (5). En bases relativas, la ingesta real promedio es de 9 partes de cereal por una parte de leguminosas de grano, siendo nutricionalmente mejor cuando por 7 partes de cereal se ingieren 3 partes de leguminosas (5, 7). Sin embargo, con base en los rendimientos verdaderos del frijol, se considera difícil llegar a ingerir 3 veces más de lo que ya se consume de este grano. Pero, existen otras leguminosas de grano tales como el caupí (*Vigna sinensis*) que en la actualidad tienen mayor capacidad de producción en regiones tropicales donde el cultivo del *Phaseolus* no se desarrolla bien. Aun cuando el caupí es poco conocido por los habitantes del Istmo Centroamericano, por lo que todavía no lo utilizan extensamente como alimento, estudios previos al respecto (9) indican que en términos nutricionales, es superior al frijol. Se ha podido comprobar asimismo, que al igual que este último, la combinación nutricionalmente superior de caupí (*Vigna sinensis*) y maíz es la proporción de 3:7. Considerando estas cualidades de la *Vigna*, o sea, más rendimiento, mayor y mejor adaptación al trópico, y superior valor nutritivo, deben hacerse esfuerzos para que esta leguminosa sea aprovechada con propósitos de consumo por la población centroamericana.

El estudio que aquí se describe se llevó a cabo con muestras de leguminosas de producción comercial o de reciente introducción en El Salvador. Dichas muestras, que eran representativas de cuatro especies de leguminosas de grano, fueron proporcionadas por el Centro Nacional de Tecnología y Agricultura (CENTA) de dicho país. El propósito que nos guió en su ejecución fue el de evaluarlas química y nutricionalmente.

Materiales y métodos

Como se indicó en el párrafo precedente, las muestras estudiadas fueron enviadas al INCAP por el CENTA, y representaban quince cultivares: 6 de frijol (*P. vulgaris*), 7 de caupí (*V. sinensis*), 1 de gandul (*Cajanus cajan*) y 1 de soya (*Glycine max*). Se recibieron 12 kg de cada muestra, las que se almacenaron a la temperatura de 4°C hasta el momento de efectuar los análisis químicos y ensayos biológicos. El análisis

proximal se realizó en una submuestra, por los métodos de la AOAC (1). El contenido de lisina se determinó según el procedimiento de Conkerton y Frampton (6), y el de metionina por el método microbiológico usando *S. zymogenes* (11, 14). Por consiguiente, el valor así establecido representa la metionina disponible. Las muestras también fueron analizadas por su contenido de inhibidores de tripsina (13).

Para la evaluación de su calidad proteínica, cada muestra fue tratada como sigue: Usando una relación de agua a grano de 3:1, se mantuvieron en remojo por el término de 18 horas y luego se cocinaron en retortas a 15 lb de presión (121°C), por 20 minutos. El tiempo de cocción se empezó a medir desde el momento en que la presión alcanzó 15 lb. En todos los casos, el frijol cocido se deshidrató con su caldo en un secador de bandejas a la temperatura de 65°C. Seguidamente se molió y analizó para determinar el contenido de nitrógeno. Con este material se prepararon dietas que contenían 10 por ciento de proteína, suplementándose cada dieta con 1 por ciento de aceite de hígado de bacalao, 5 por ciento de aceite de soya, 4 por ciento de minerales, y almidón para ajustar a 100 por ciento (12). Además, se suplementaron con 5 ml/100 g de una solución completa de vitaminas (15). El tiempo de duración del estudio fue de 28 días. En adición a la determinación del índice de eficiencia proteínica (PER), se aplicó también un método que hemos llamado el índice de crecimiento pancreático (ICP), que se obtiene calculando la relación ganancia de peso/peso fresco del páncreas x 100. Este método tiene por objeto determinar la presencia de hipertrofia pancreática debida a los inhibidores de tripsina presentes en la dieta.

En otra serie de ensayos biológicos se seleccionaron muestras de leguminosas del mismo lote para someterlas también a pruebas biológicas, esta vez sin el caldo de cocción. Las muestras fueron preparadas en forma idéntica a la ya descrita, salvo que en este caso, el caldo de cocción se separó del frijol ya cocido. Después de concentrado, el caldo de *P. vulgaris* se deshidrató para efectuar estudios de la digestibilidad de la proteína, en ratas.

Resultados

Los datos de composición química proximal se presentan en el Cuadro 1, donde se aprecian los resultados ya clásicos, de estudios con este tipo de material. A excepción de la muestra de soya, que acusó un contenido proteínico de 41,5 por ciento, el contenido de proteína de las muestras de frijol, caupí y gandul varió de 20,6 a 27,9 por ciento. En cuanto a grasa, se pudo constatar que la soya contiene de 4 a 5 veces más que las otras tres variedades.

El contenido de lisina, metionina y de inhibidores de tripsina se detalla en el Cuadro 2. Según revelan los datos, el contenido de lisina es relativamente mayor para todas las muestras, independientemente de la especie. Sin embargo, hay variaciones dentro de una misma especie, por ejemplo, entre el frijol y el caupí, especie esta última en la que se encontró un valor bajo de

Cuadro 1.—Composición química proximal de muestras de leguminosas de grano de El Salvador.

Identificación de las muestras	Especie	Humedad %	Grasa %	Fibra cruda %	Proteína %	Cenizas %
Nuevo Ahuachapán	<i>P. vulgaris</i>	11,8	1,7	3,5	23,2	3,5
Sesuntepeque	<i>P. vulgaris</i>	10,7	1,4	4,3	22,0	4,0
S-184-N	<i>P. vulgaris</i>	10,6	1,5	4,0	26,0	3,7
Porrillo-70	<i>P. vulgaris</i>	10,3	1,6	4,7	25,2	3,9
Rojo-70	<i>P. vulgaris</i>	11,3	1,9	3,9	20,6	3,4
27-R	<i>P. vulgaris</i>	10,7	1,6	3,8	21,4	3,3
Pinto línea 580	<i>V. sinensis</i>	10,3	1,6	4,1	23,1	3,2
Centa 105	<i>V. sinensis</i>	12,3	1,4	4,8	25,2	3,8
Snap pea	<i>V. sinensis</i>	10,7	1,6	5,4	27,2	3,4
Purple hull	<i>V. sinensis</i>	11,3	1,3	4,5	27,9	3,5
Florcream	<i>V. sinensis</i>	10,7	1,8	4,0	27,4	3,4
Castilla 3	<i>V. sinensis</i>	10,8	1,5	4,5	25,3	3,6
Zipper cream	<i>V. sinensis</i>	10,9	1,6	4,2	26,2	3,4
Gandul Pto. Rico	<i>C. cajan</i>	10,8	1,5	7,4	23,5	3,8
Soya Lucerna	<i>Glycine max</i>	9,8	19,1	4,6	41,5	4,8

Cuadro 2.—Contenido de proteína y lisina en muestras de leguminosas de grano de El Salvador.

Identificación de las muestras	Especie	Metionina g/16 g N	Lisina g/16 g N	Inhibidores de tripsina (TUI/ml)	
				Crudo	Cocido
Nuevo Ahuachapán	<i>P. vulgaris</i>	0,531	5,1	12,9	3,3
Sesuntepeque	<i>P. vulgaris</i>	0,739	6,8	14,8	2,4
S-184-N	<i>P. vulgaris</i>	0,481	5,4	14,3	3,3
Porrillo-70	<i>P. vulgaris</i>	0,555	5,8	14,2	3,5
Rojo-70	<i>P. vulgaris</i>	0,776	5,3	13,2	3,0
27-R	<i>P. vulgaris</i>	0,589	7,9	14,8	2,7
Pinto línea 580	<i>V. sinensis</i>	0,891	5,8	7,8	3,4
Centa 105	<i>V. sinensis</i>	0,720	5,7	13,7	3,4
Snap pea	<i>V. sinensis</i>	0,504	4,7	7,2	3,4
Purple hull	<i>V. sinensis</i>	0,575	4,9	5,2	2,7
Florcream	<i>V. sinensis</i>	0,455	5,2	4,6	3,3
Castilla 3	<i>V. sinensis</i>	0,531	5,0	6,3	2,8
Zipper cream	<i>V. sinensis</i>	0,755	3,2	4,8	2,5
Gandul Pto. Rico	<i>C. cajan</i>	0,707	7,7	10,1	3,5
Soya Lucerna	<i>Glycine max</i>	0,659	7,9	24,5	2,6

3,2 para la variedad 'Zipper Cream'. Como era de esperar, el contenido de metionina de las diferentes variedades de las tres especies mostró ser relativamente bajo, ya que es un hecho bien conocido que este aminoácido limita la calidad de la proteína de las leguminosas de grano. El contenido de inhibidores de la tripsina también varió entre las selecciones de una misma especie, y entre las diversas especies, encontrándose en general valores altos para el frijol, el gandul y la soya, mientras que en el caupí éstos fueron bajos.

La calidad proteínica de las muestras estudiadas se presenta en el Cuadro 3. En lo que al aumento ponderal se refiere, puede notarse que los *Phaseolus* indujeron los menores aumentos —de 3 a 8 g— en el transcurso de los 28 días que duró el experimento. La *Vigna* y el *Cajanus* fueron superiores en este sentido, ya que los animales que los consumieron aumentaron de 2 a 4 veces más que con el *Phaseolus* —de 16 a 36 g— respectivamente. Finalmente, desde este punto de vista podemos aseverar que la soya demostró ser la mejor, ya que los animales alimentados con la única variedad estudiada, aumentaron 72 g en el tiempo que duró el estudio. Los índices de

eficiencia proteínica (PER) se comportaron en la misma forma que los aumentos ponderales. Los datos pueden dividirse en tres grupos, uno para *Phaseolus*, con los valores más bajos (0,11 - 0,46), el segundo, que comprende el *Cajanus* y la *Vigna* (0,89 - 1,40) y el tercero para la soya, con un valor de 2,15.

El mismo Cuadro 3 también muestra el índice de crecimiento pancreático obtenido por la relación entre la ganancia en peso, dividida por el peso del páncreas, y multiplicada por 100. Como en los casos del aumento ponderal y del PER, el índice de crecimiento pancreático fue menor para el *Phaseolus*, intermedio para la *Vigna* y el *Cajanus*, y casi normal para la soya.

Los datos de las muestras evaluadas sin y con el caldo de cocción se resumen en el Cuadro 4. Los resultados son bastante interesantes, ya que según se observa, el aumento en peso para todas las muestras, indistintamente de la especie, fue menor al ser evaluadas con el caldo que cuando éste se eliminó después de la cocción. Las diferencias son más notorias en el caso de los frijoles que en el del caupí, la del gandul o la soya. Asimismo, se puede notar que dentro del propio *Phaseolus* existe una gran variación y que el índice de eficiencia proteínica se comporta de la misma manera. Como ya se dijo, los valores son más bajos cuando la muestra se evalúa con su caldo de cocción, que cuando éste es eliminado.

Por último, el Cuadro 5 resume la información preliminar acerca del caldo de cocción en cuanto a la digestibilidad de la proteína que éste contiene. Puede notarse que la digestibilidad es baja y que el frijol sin caldo tiene una digestibilidad proteínica ligeramente mayor que sólo el caldo y que el frijol con caldo.

Discusión

Los resultados del presente estudio corroboran los hallazgos de otras investigaciones en lo referente a la composición química de las diferentes leguminosas de grano (2). Desde este punto de vista, no existen mayores diferencias entre las especies estudiadas, a excepción de la soya que contiene más proteína y grasa que el *Phaseolus*, la *Vigna* y el *Cajanus*. Estos últimos contienen aproximadamente la mitad de la proteína determinada en la soya, y en lugar de aceite, carbohidratos.

En lo que atañe a los inhibidores de tripsina, llama la atención el hecho de que en comparación con el caupí, el frijol, el gandul y la soya contengan niveles similarmente altos. Por otro lado, también se pudo notar diferencias en el contenido de los aminoácidos lisina y metionina, lo que sugiere la posibilidad de seleccionar leguminosas de grano de mejores características nutricionales, como fuentes de proteína, ya sea que se consuman solas o bien juntamente con cereales o tubérculos.

En lo que al valor nutritivo de la proteína se refiere, las diferencias entre especies fueron visibles, sobre todo entre el *Phaseolus*, la *Vigna*, el *Cajanus* y *Glycine max*; la proteína de menor calidad fue la del *Phaseolus*, seguida por la del *Cajanus* y la de *Vigna*, y la de mejor calidad, la de la soya. Estos resultados son un tanto difícil de explicar, ya que en términos de los aminoácidos lisina

Cuadro 3.—Calidad proteínica de leguminosas de grano de El Salvador.*

Identificación de las muestras	Especie	Aumento en peso promedio**, g	Índice de eficiencia proteínica	Índice de crecimiento pancreático***
Nuevo Ahuachapán	<i>P. vulgaris</i>	8	0,46	0,30
Sesuntepeque	<i>P. vulgaris</i>	3	0,11	0,27
S-184-N	<i>P. vulgaris</i>	3	0,19	0,15
Porrillo-70	<i>P. vulgaris</i>	5	0,27	0,30
Rojo-70	<i>P. vulgaris</i>	3	0,17	0,15
27-R	<i>P. vulgaris</i>	3	0,20	0,21
Pinto línea 580	<i>V. sinensis</i>	21	0,89	0,80
Centa 105	<i>V. sinensis</i>	20	0,89	0,71
Snap pea	<i>V. sinensis</i>	32	1,30	0,83
Purple hull	<i>V. sinensis</i>	16	0,90	0,77
Florcream	<i>V. sinensis</i>	26	0,94	0,89
Castilla 3	<i>V. sinensis</i>	36	1,40	1,12
Zipper cream	<i>V. sinensis</i>	21	1,00	0,76
Gandul Pto. Rico	<i>C. cajan</i>	30	1,25	0,93
Soya Lucerna	<i>Glycine max</i>	72	2,15	1,25

* Muestras cocidas: (en remojo, 18 hr; cocción, 20 min; 15 lb de presión, a 121°C). Deshidratación: frijol/caldo. Relación agua: frijol, 3:1.

** Peso promedio inicial: 46 g; duración del estudio: 28 días.

*** Ganancia en peso/peso del páncreas x 100.

Cuadro 4.—Calidad proteínica de leguminosas de grano de El Salvador evaluadas con y sin caldo de cocción.

Identificación de las muestras*	Especie	Aumento en peso** g		Índice de eficiencia proteínica	
		Con caldo	Sin caldo	Con caldo	Sin caldo
Sensutepeque	<i>P. vulgaris</i>	6	29	0,20	0,88
S-184-N	<i>P. vulgaris</i>	—1	29	—	0,95
Rojo-70	<i>P. vulgaris</i>	8	10	0,31	0,48
27-R	<i>P. vulgaris</i>	21	27	0,61	0,86
Snap pea	<i>V. sinensis</i>	32	52	1,04	1,24
Soya Lucerna	<i>G. max</i>	94	113	1,69	1,80
Gandul	<i>C. cajan</i>	36	51	0,98	1,46
Frijol negro (Guatemala)	<i>P. vulgaris</i>	9	12	0,34	0,43

* Condición de cocción: (en remojo, 18 hr; cocción, 30 min; 15 lb de presión, a 121°C). Deshidratación: con y sin caldo de cocción. Relación agua: frijol, 3:1.

** Peso promedio inicial: 52 g. Duración del estudio: 28 días.

y metionina, éstos se encuentran más o menos en la misma concentración en todas las especies. Por otro lado, las diferencias en valor proteínico no pueden explicarse en términos de los inhibidores de tripsina, ya que estos últimos se destruyen por el calentamiento a que se someten las muestras previo al ensayo biológico. A pesar de que esos inhibidores pueden estar influyendo en la calidad de la proteína, es difícil precisar en qué forma. Cabe agregar que si ésta fuera la explicación, la proteína del caupí debería ser de mejor calidad que la de la soya. Una posible explicación de esas diferencias en calidad, podría ser la relación o balance entre los aminoácidos azufrados, el contenido de lisina y posiblemente el contenido del tercer aminoácido limitante, la treonina (3). Este aspecto se está estudiando más a fondo en muestras similares a las incluidas en este ensayo.

Uno de los hallazgos de mayor interés en el trabajo de que aquí se da cuenta fue el efecto que el agua de cocción tuvo sobre el crecimiento de las ratas, y sobre la

Cuadro 5.—Digestibilidad aparente de la proteína de *P. vulgaris* en muestras cocidas con y sin caldo.

Muestra	Digestibilidad aparente de la proteína, %
Solo caldo*	65
Frijol con caldo	72
Frijol sin caldo	75

* Caldo separado del frijol, concentrado y deshidratado.

calidad de la proteína de las diferentes especies de leguminosas. En el caso del frijol, la eliminación del caldo fue más efectiva en incrementar el valor proteínico que en las otras tres especies, y entre las muestras del propio frijol, el efecto fue más notorio en el frijol negro. El material nitrogenado tiene una digestibilidad baja y podría constituir la misma fracción soluble informada en los estudios de preparación de pastas llevados a cabo por Molina y colaboradores (16) y los de digestibilidad proteínica de leguminosas efectuados por Bressani *et al.* (Datos inéditos, 1976).

En las últimas fases de este estudio se pudo comprobar que las heces provenientes del consumo de frijol contenían una mayor fracción de proteína soluble en agua, siguiéndole el gandul, el caupí y la soya, en ese orden. Es muy probable que por su estructura, esta fracción proteínica sea poco digerible, y también cabe la posibilidad de que ello sea el resultado de otras sustancias presentes en el frijol que formen complejos no digeribles. Todas estas posibilidades siguen siendo objeto de nuevos estudios en los laboratorios del INCAP.

Resumen

Este trabajo tuvo como finalidad evaluar química y nutricionalmente quince cultivares de leguminosas de grano: 6 de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), 7 de frijol de costa (*Vigna sinensis*), 1 de gandul (*Cajanus cajan*) y 1 de frijol de soya (*Glycine max*).

Con respecto a la composición química, los resultados indicaron que, a excepción de la muestra de soya que acusó un contenido proteínico de 41,5 por ciento, la proteína de las muestras de frijol, caupí y gandul varió de 20,6 a 27,9 por ciento. En cuanto a grasa, se

pudo constatar que la soya contiene de 4 a 5 veces más que las otras tres especies. En lo que se refiere al contenido de aminoácidos, se encontró que, independientemente de la especie, el contenido de lisina es relativamente alto, mientras que, como era de esperar, la cantidad de metionina demostró ser relativamente baja. Sin embargo, el contenido de lisina acusó variaciones dentro de una misma especie, como en el caso del frijol común y del caupí. Se encontraron también variaciones en lo que respecta al contenido de inhibidores de tripsina entre las selecciones de una misma especie y entre las diversas especies, constatándose los valores más altos en el frijol (12,9 - 14,8 TUI/ml), el gandul (10,1 TUI/ml) y la soya (24,5 TUI/ml), mientras que en el caupí éstos fueron bajos (4,8 - 13,7 TUI/ml).

En cuanto a la calidad proteínica de las especies estudiadas, los datos indicaron que el *Phaseolus* tenía los índices de eficiencia proteínica (PER) más bajos (0,11 - 0,46), seguidos del *Cajanus* y la *Vigna* (0,89 - 1,40), correspondiendo a la soya el valor más alto (2,15). Los valores correspondientes al índice de crecimiento pancreático corroboraron los datos constatados en el caso del PER. De interés se consideran los datos obtenidos al evaluar las muestras, con y sin el caldo de cocción, ya que se pudo observar que el aumento en peso —en el caso de todas las muestras, indistintamente de la especie— era menor al ser evaluadas con el caldo, que al eliminar este último después de la cocción. Este efecto fue mucho más visible en el caso de los frijoles que en el del caupí, el del gandul o la soya. Asimismo, se comprobó una baja digestibilidad de la proteína del caldo de cocción.

Se concluye que los resultados referentes a las diferencias en el valor nutritivo de la proteína, entre especies, no puede explicarse con base en la composición de aminoácidos, o del contenido de inhibidores de la tripsina. En cuanto al efecto adverso del caldo de cocción sobre el valor nutritivo, éste se atribuye en parte a la baja digestibilidad de esta fracción nitrogenada, y al hecho de que esta baja digestibilidad es probablemente el resultado de la acción de otras sustancias presentes en el frijol, las cuales forman complejos no digeribles con la proteína.

Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC. 9th ed. Washington, D. C., The Association. 1960. 832 p.
2. BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. Legume Foods. In Altschul, A. M., ed. New Protein Foods. Vol. 1A. Technology. New York, Academic Press, 1974. pp. 230-297.
3. ———, ELIAS, L. G. y VALIENTE, A. T. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). British Journal of Nutrition 17:69-78. 1963.
4. —BRESSANI, R., FLORES, M. y ELIAS, L. G. Acceptance and value of food legumes in the human diet. In Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America. Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1973. pp. 17-48. (Series Seminars N° 2E).
5. ———, VALIENTE, A. T. y TEJADA, C. E. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. Journal of Food Science 27:394-400. 1962.
6. CONKERTON, E. J. y FRAMPTON, V. L. Reaction of gossypol with free ϵ -amino groups of lysine in proteins. Archives of Biochemistry and Biophysics 81: 130-134. 1959.
7. ELIAS, L. G. y BRESSANI, R. Nutritional factors affecting the consumption of leguminous seeds. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 24:365-378. 1974.
8. ———, BRESSANI, R. y FLORES, M. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. In Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America. Cali, Colombia, February 26 - March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1973. pp. 52-87. (Series Seminars N° 2E).
9. ———, COLINDRES, R. y BRESSANI, R. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). Journal of Food Science 29:118-122. 1974.
10. FLORES, M., BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. Factors and tactics influencing consumer food habits and patterns. In Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America. Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1973. pp. 88-114. (Series Seminars N° 2E).
11. FORD, J. E. A microbiological method for assessing the nutritional value of proteins. 2. The measurement of "available" methionine, leucine, isoleucine, arginine, histidine, tryptophan and valine. British Journal of Nutrition 16:409-425. 1962.
12. HEGSTED, D. M., et al. Choline in the nutrition of chicks. Journal of Biological Chemistry 138:459-466. 1941.
13. KAKADE, M. L. y EVANS, R. J. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Nutrition 90:191-198. 1966.
14. KELLY, J. F., FIRMAN, A. y ADAMS, H. L. Microbiological methods for the estimation of methionine content of beans. In Report of the Dry Beans Research Conference held in Davis, California. Vol. 10. Davis, California. 1970. pp. 1-8.
15. MANNA, L. y HAUGE, S. M. A possible relationship of vitamin B₁₂ to orotic acid. Journal of Biological Chemistry 202:91-96. 1953.
16. MOLINA, M. R., DE LA FUENTE, G. y BRESSANI, R. Interalationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Food Science 40:587-591. 1975.