

Valor nutritivo de cuatro variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris) cultivadas en Chile. Análisis comparativo con leguminosas de importancia en la alimentación chilena

NELLY PAK e ITA BARJA

Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina,
Sede Santiago Norte, Universidad de Chile.

RESUMEN

Se estudió la composición química de semillas certificadas de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) variedad tórtola, coscorrón, arroz y cristal bayo cultivados en Chile.

Los resultados fueron bastante parejos en todas las variedades resaltando el alto contenido de proteínas, que hace de esta leguminosa una buena fuente de proteína vegetal.

Las ratas que ingirieron la dieta de fréjol crudo al 10% de las calorías proteicas, presentaron gran inhibición del crecimiento, y con excepción de la variedad arroz, no sobrevivieron los 10 días de experiencia.

La calidad proteica, medida como utilización proteica neta del fréjol autoclavado (20' a 121° C) osciló entre 35.2 y 40.6, el calentamiento a ebullición (2 horas previo remojo 14 horas), eleva la calidad proteica en dos variedades, arroz y coscorrón y mantiene prácticamente la calidad en las otras dos variedades, dando un rango de 36.8 a 48.0.

Se hizo un análisis comparativo sobre la calidad proteica de diferentes leguminosas cultivadas en Chile, la mejor calidad correspondió al garbanzo (*Cicer arietinum*), seguida muy de cerca por la soya (*Glycine max*), continúa después la arveja (*Pisum sativum*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y por último la lenteja (*Lens esculenta*).

Se presentan datos nacionales de producción, exportación y disponibilidad de calorías y proteínas provenientes de leguminosas, año promedio quinquenio 1965-1969.

Las leguminosas han sido objeto de gran investigación en años recientes, puesto que suministran una fuente económica de proteínas con un patrón aminoacídico que complementa el de maíz y otros cereales. De esta forma sirven como solución al problema de encontrar alimentos de bajo costo para la población de países en desarrollo cuya dieta está básicamente constituida por cereales (1).

Las diferentes variedades de leguminosas difieren en su capacidad para satisfacer los requerimientos aminoacídicos y presentan además, diferencias importantes entre los productos de uno y otros países (1, 2).

En Chile, existen estudios sobre composición bromatológica, composición aminoacídica (por métodos microbiológicos) de la proteína del fréjol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), lenteja (*Lens esculenta*) y garbanzo (*Cicer arietinum*) (3-6), que señalan como aminoácidos limitantes a la metionina y el triptofano. Ensayos biológicos se han realizado en nuestro laboratorio sobre la calidad de la proteína que presenta la arveja, lenteja y garbanzo al estado crudo y precocido (7), señalando la gran calidad que presenta este último. Sin embargo, no teníamos datos biológicos sobre la leguminosa más consumida en Chile, el fréjol. Este es el producto de consumo directo por el hombre que, después del trigo, ocupa la mayor superficie de siembra, es consumido en su mayor porcentaje como grano seco; como planta hortícola, se usa en forma de granado (grano tierno) y vaina verde en estado fresco o en conserva. Fuera de ser uno de los alimentos principales de consumo nacional es un producto de exportación de gran demanda en el extranjero por la calidad de sus granos (8).

De allí nuestro interés en conocer la calidad proteica de diferentes variedades de fréjol.

Material y método:

Frejoles o porotos (*Phaseolus vulgaris*): se estudiaron cuatro variedades de semillas certificadas (tórtola, coscorrón, arroz y cristal bayo), la primera de ellas se destina casi exclusivamente a la exportación. Todas las muestras fueron obtenidas de la Empresa Nacional de Semillas.

Los productos se analizaron al estado crudo y cocido. a) en autoclave a 121° C por 20 minutos, previamente molidos y colocados en capa delgado y b) por procedimiento casero que consiste en calentar a ebullición 2 horas previo remojo del grano entero durante 14 horas. El producto se seca posteriormente a temperatura ambiente con corriente de aire y se muele para su análisis.

Análisis químico: Se determinó humedad por desecación a 105° hasta peso constante, proteínas por Kjeldahl, usando el destilador de Markham (9) para conversión de nitrógeno a proteína se usó el factor 6.25; extracto etéreo por extracción con éter etílico en Soxhlet, cenizas totales, por calcinación a 550°, fibra cruda por el método AOAC (10), y por diferencia los hidratos de carbono. Se calcularon las calorías totales usando los coeficientes de Atwater.

Análisis biológicos: Se determinó la utilización proteica neta (NPU) por el método de Miller y Bender (11), en el fréjol crudo y cocido por calentamiento a ebullición y en autoclave, cuya proteína aportaba el 10% de las calorías proteicas.

La digestibilidad verdadera de la proteína se determinó en el fréjol cocido a ebullición en los mismos experimentos de NPU de acuerdo a la fórmula usada por Bender (12).

Resultados y Comentarios:

Composición química: En la Tabla 1 se presenta la composición química de cuatro variedades de fréjoles en cuanto a su contenido de cenizas, grasa, proteínas, fibra, hidratos de carbono, expresado en 100 gramos de muestra referida a 10% de humedad y el contenido calórico, en calorías por 100 gramos de muestra. Se observa que los resultados son bastante parejos en todas las variedades resaltando el alto contenido de proteínas con un promedio de 23.7 g por ciento, que hace de esta leguminosa una buena fuente de proteína vegetal.

En la Tabla 2 se muestra la composición química y contenido calórico de estas cuatro variedades de fréjol, cocido por calentamiento a ebullición. Comparado con la tabla anterior, se observa una disminución en el contenido de cenizas, que se explica por disolución de estos componentes en agua, y un pequeño aumento de grasa, proteína y fibra, por expresarse

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO CALORICO DE CUATRO VARIEDADES DE FREJOLES
(PHASEOLUS VULGARIS)*

	cenizas	proteínas	grasa	fibra	hidratos de carbono	calorías
Frejoles tórtola	3.40	23.33	1.26	3.79	58.22	338
Frejoles coscorrón	3.76	23.77	1.18	4.35	56.94	334
Frejoles arroz	3.56	23.17	1.42	4.75	57.10	334
Frejoles cristal bayo	3.70	24.50	1.13	4.24	56.43	334
Promedio	3.61	23.69	1.25	4.28	57.17	335

* Por 100 g de muestra y referido a 10% de humedad.

TABLA 2
COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO CALORICO DE CUATRO VARIEDADES DE FREJOLES
(PHASEOLUS VULGARIS) COCIDOS A EBULLICION*

	cenizas	proteínas	grasa	fibra	hidratos de carbono	calorías
Fréjoles tórtola	2.81	23.72	1.66	4.83	56.98	338
Fréjoles coscorrón	2.88	23.89	1.69	5.76	55.78	330
Fréjoles arroz	2.69	23.73	1.97	5.03	56.58	339
Fréjoles cristal bayo	2.99	25.34	1.69	4.74	55.24	338
Promedio	2.84	24.17	1.75	5.10	56.10	336

* Por 100 g de muestra y referido a 10% de humedad.

estos resultados en forma porcentual. Los fréjoles cocidos por autoclave no presentan diferencias en composición química en relación a los crudos.

Análisis biológico: Las ratas que consumieron dieta de fréjol crudo al 10% de las calorías proteicas (8 ratas para cada variedad de fréjol), presentaron gran inhibición del crecimiento y con excepción de las que ingirieron la variedad arroz no sobrevivieron los 10 días de experiencia. Las ratas empezaron a fallecer al sexto día de ingesta de la dieta de fréjol, indicando que esta leguminosa al estado crudo, presenta una gran toxicidad, como ha sido informado por otros autores (13-14). Los productos tóxicos descritos para leguminosas, factor antitriptico, hemaglutininas, glucósidos cianogenéticos, han sido analizados recientemente por nosotros, indicándonos que en los fréjoles no difieren mayormente de lo encontrado por otros autores, en otros países (15, 16, 17).

La mayor parte de las sustancias tóxicas de las leguminosas pueden inactivarse o destruirse por tratamiento adecuado de calor (13). Por ello, sometimos las diferentes variedades de fréjol a dos tratamientos térmicos diferentes (remojo 14 horas seguido de ebullición 2 horas, y calentamiento en autoclave 20'), determinando en todos su calidad proteica.

En la Tabla 3 se indica las calorías proteicas, calidad proteica medida como NPU_{10} de los fréjoles cocidos por autoclave y ebullición y la digestibilidad en sólo el segundo tratamiento. Las calorías proteicas fluctúan entre 27.6 y 29.3, la calidad proteica del fréjol autoclavado oscila entre 35.2 y 40.6, el calentamiento a ebullición eleva la calidad proteica en dos variedades, arroz y coscorrón en 7.4 y 10.2 unidades de NPU respectivamente, y mantiene prácticamente la calidad en las otras dos variedades.

En la literatura existe discrepancia en cuanto a la necesidad del remojo previo al calentamiento, para eliminar la toxicidad del fréjol (13, 18, 19). La posible disparidad podría explicarse por las distintas variedades de fréjol usadas en las diferentes investigaciones.

En nuestro trabajo, el efecto del remojo previo al calentamiento por ebullición, no se ve claro al compararlo con el tratamiento por autoclave, puesto que existen otras variables presentes, temperatura, tiempo de cocción, forma de la muestra.

Estudios en realización nos permitirán analizar en forma más precisa el rol que desempeña el remojo previo al tratamiento térmico en la destoxificación del fréjol y en la calidad biológica de la proteína.

TABLA 3

PORCENTAJE DE CALORIAS PROTEICAS (P), CALIDAD PROTEICA (NPU₁₀) Y DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA PROTEINA (D) EN CUATRO VARIEDADES DE FRÉJOLES (PHASEOLUS VULGARIS) SOMETIDOS A CALENTAMIENTO POR AUTOCLAVE Y EBULLICION

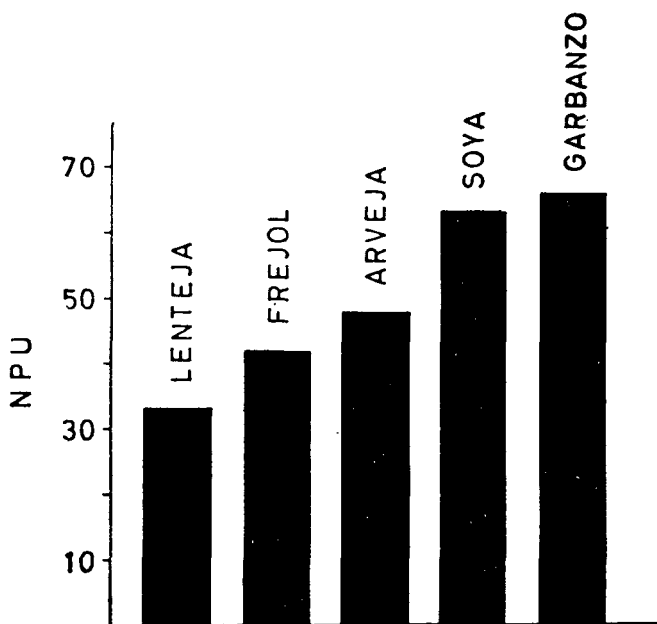
	Autoclave		Ebullición	
	P%	NPU	NPU	D
Fréjoles tórtola	27.6	39.1	36.8	75.4
Fréjoles coscorrón	28.5	40.6	48.0	75.9
Fréjoles arroz	27.7	35.2	45.4	73.3
Fréjoles cristal bayo	29.3	35.2	37.8	71.9

La calidad del fréjol cocido por ebullición como promedio (UPN 42.0), se sitúa entre la de arveja (NPU 49) y lenteja (NPU 33) (7), correspondiendo la mejor calidad dentro de los fréjoles a la variedad coscorrón (UPN 48).

La digestibilidad verdadera fluctúa entre 71.9 y 75.9, valores inferiores a los encontrados por nosotros para otras leguminosas (7) coincidiendo con lo reportado por otros autores (20).

En el Gráfico 1 hacemos un análisis comparativo sobre la calidad proteica medida como NPU de diferentes leguminosas cultivadas en Chile, cuyos tratamientos térmicos fueron los siguientes: garbanzo, arveja y lenteja, 2 1/2 hrs. de calentamiento seco a 2.5 atmósfera de presión (1), soya, calentada en autoclave 30' a 121°C (21) y fréjol, remojo 14 horas y calentamiento a ebullición 2 horas (presente trabajo).

La mejor calidad corresponde al garbanzo, seguida muy de cerca de la soya (promedio de 5 variedades) continúa después la arveja, fréjol (promedio de 4 variedades) y por último la lenteja.



Gráfica 1: Análisis comparativo de la calidad proteica (NPU_{10}) de semillas de leguminosas sometidas a calentamiento (ver texto).

Disponibilidad de leguminosas:

En la Tabla 4 presentamos datos sobre producción, exportación y disponibilidad de calorías y proteínas provenientes de leguminosas, año promedio quinquenio 1965-69, ordenada de acuerdo a su incidencia en la dieta chilena (22). En ellas no aparece la soya que recién está saliendo de su etapa experimental.

Observamos que la producción de fréjol es la más importante (73.7%) siguiéndole la arveja, lenteja, garbanzo y chícharo (*Lathyrus sativus*). A su vez, el fréjol representa el 78% de la disponibilidad neta de leguminosas, lo que se traduce en 47.8 cal y 2.9 g proteína/habitante/día, provenientes de 13.9 g de fréjoles. Hay que recalcar que estas cifras tienen solo validez general, la verdadera ingesta que hacen los individuos depende de muchos factores ej. niveles de renta, condiciones socio-culturales, tamaño y distribución de la familia, edad del consumidor, etc.

TABLA 4
PRODUCCION, EXPORTACION Y DISPONIBILIDAD NETA DE LEGUMINOSAS, AÑO PROMEDIO QUINQUENIO
 1965-1969

	Producción		Exportación		Disponibilidad neta		Disponibilidad neta		Hab/día
	Ton	%	Ton	%	Ton	%	leguminosas g	calorías (Cal)	proteínas g
Fréjoles (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	65.900	73,7	10.115,2	72,4	46.168,6	78,0	13,884	47,76	2,860
Arvejas (<i>Pisum sativum</i>)	8.700	9,7	217,5	1,6	6.737,1	11,4	2,027	6,95	0,456
Garbanzos (<i>Cicer arietinum</i>)	5.700	6,4	1.592,3	11,4	3.181,4	5,4	0,956	3,24	0,174
Lentejas (<i>Lens esculenta</i>)	5.900	6,6	2.052,1	14,7	2.613,7	4,4	0,786	3,03	0,189
Chícharo (<i>Lathyris sativus</i>)	3.200	3,6	—	—	462,9	0,8	0,140	0,49	0,035
Total	89.400		13.977,1		59.163,7		17.793	61,47	3,714

Datos encuestales nos informan que efectivamente las leguminosas especialmente el fréjol, constituyen un item importante en la dieta del proletariado chileno, que encuentra en esta leguminosa un recurso económico de proteína (23). Por otra parte, de 13.977,1 Ton de leguminosas que se exportaron en el año promedio quinquenio 1965-69, la mayor cantidad correspondió al fréjol (72.4%) siguiéndole la lenteja (14.7%) garbanzo (11.4%) y arveja (1.6%).

El garbanzo, leguminosa de mejor calidad, representa sólo el 6.4% de la producción total de leguminosas, se exporta un 27.9%, lo que da una disponibilidad neta de sólo 0.96 g habitante/día.

Nos parece al respecto, que existe la necesidad de delinear una política nacional alimentaria dirigida a obtener alimentos de acuerdo a las necesidades de la población, tomando en cuenta la calidad del producto.

En base a nuestros resultados experimentales recomendamos una mayor producción de fréjol coscorrón para consumo interno (la variedad arroz no tiene incidencia en el consumo ya que se destina exclusivamente a exportación).

Por otra parte, parecería aconsejable aumentar la producción de garbanzo y limitar su exportación, por el gran valor nutritivo que representa.

SUMMARY

Comparative study of the nutritive value of four chilean beans (*Phaseolus vulgaris*) with other important legumes.

Chemical composition of seed beans (*Phaseolus vulgaris*) var tórtola, coscorrón, arroz and cristal bayo, grown in Chile, was studied. It was very similar among different varieties. The protein content was high, thus stressing its usefulness as a good source of vegetal protein.

The rats fed raw seed beans at 10% protein calories, presented a great inhibition of growth, and died before 10 days (with the exception of rats fed var arroz).

Quality of protein measured as net protein utilization in beans heated by autoclave (20', 121°C) ranged between 35.2 to 40.6. The beans submitted to soaking 14 hours before water boiling for 2 hours, raised the NPU in var arroz and coscorrón while the other two ones maintained their values with a range of 36.8 to 48.0.

A comparative analysis of the quality protein (NPU) of different legumes grown in Chile was presented. Chick pea (*Cicer arietinum*) gave the best results, followed by soya bean (*Glycine max*), peas (*Pisum sativum*), beans (*Phaseolus vulgaris*) and lentils (*Lens esculenta*).

Average Chilean figures of production, exportation and availability of legumes for the period of 1965 to 1969 expressed as calories and proteins are presented.

BIBLIOGRAFIA

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Las leguminosas en la Nutrición Humana. *Estudios sobre Nutrición* N° 19, Roma, 1964.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Contenido en aminoácidos de los alimentos*, Roma, 1970.
3. Cátedra de Bromatología. "Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos". Facultad de Química y Farmacia, 1960.
4. Pennacchiotti, I., H. Schmidt-Hebbel. "Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas". *Arch Latinoamer. Nutr.* 18: 233-244, 1968.
5. Sanzana, H. H. "Treonina, valina y metionina en garbanzos y lentejas". Tesis de prueba para optar al título de químico-farmacéutico. Universidad de Concepción, 1964.
6. Tisi E. G. "Triptofano y lisina en garbanzos y lentejas". Tesis de prueba para optar al título de Químico-farmacéutico. Universidad de Concepción, 1967.
7. Pak, N. e I. Barja. "Valor nutritivo de leguminosas crudas y precocidas". *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 7: 55-62, 1968.
8. *Investigación Agropecuaria*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile, 1971.
9. Markham, R. "A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldhal analysis". *Biochem J.* 36: 790-791, 1942.
10. AOAC Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists 9° Ed. Washington, D. C. 1960.
11. Miller D. and A. E. Bender. "The determination of the net utilization of proteins by a shortened method". *Brit. J. Nutr.* 9: 382-388, 1955.
12. Bender, A. E. "Biological methods of evaluating protein quality". *Proc. Nutr. Soc.* 17: 85-91, 1958.
13. Liener, I. E. "Toxic factors in edible legumes and their elimination". *Amer. J. Clin. Nutr.* 11: 281-298, 1962.
14. Jaffé W. and C. Vega. "Heat-Labile Growth-Inhibiting factors in beans". (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.* 94: 203-210, 1968.
15. Contreras S., H. Araya, N. Pak y M. A. Tagle. "Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. I. Glucósidos Cianogenéticos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 23: 251-259, 1973.

16. Gallardo, F., H. Araya, N. Pak y M. A. Tagle. "Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. II. Inhibidor de tripsina". *Arch. Latinoamer. Nutr.* En vías de publicación.
17. Contreras S. y M. A. Tagle. "Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. III. Hemoaglutininas". *Arch. Latinoamer. Nutr.* En vías de Publicación.
18. Jaffé, W. "Las semillas de leguminosas como fuente de proteína en América Latina". En recursos proteínicos en América Latina. Ed. INCAP, Guatemala, 1971.
19. Kakade, M. L. and R. J. Evans. "Effect of soaking and germinating on the nutritive value of navy beans". *J. Food Sci.* 31: 781-783, 1966.
20. Jaffé, W. "El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana". *Arch. Venezol. Nutr.* 1: 107-125, 1950.
21. Pak, N., I. Barja y M. A. Tagle. "Algunos recursos proteicos nacionales. Investigación y Disponibilidad". Departamento de Nutrición, Univ. de Chile. *Pub. Inv.* 27/72.
22. Barja, I., M. Solorza, C. Puigrredón, B. Avila y M. A. Tagle. Servicio Nacional de Salud, Departamento Técnico, Sub-Departamento Fomento de la Salud, Sección Nutrición, *Publicación Técnica* N° 3.
23. Tagle, M. A. "La calidad y el valor proteico de la dieta del proletariado chileno". *Rev. Méd. Chile* 98: 549-564, 1970.