

FRIJOL EXTRUIDO: POTENCIALIDAD DE SU UTILIZACION EN LA ALIMENTACION INFANTIL

Nelly Pak¹ y Héctor Araya¹

Facultad de Medicina Santiago Norte,
Universidad de Chile, Santiago, Chile

RESUMEN

Se analizó el valor nutritivo del frijol extruido (*Phaseolus vulgaris*) var. tórtola, obtenido de la industria alimenticia para determinar su composición química, calidad biológica de la proteína, suplementación aminoacídica y contenido de hemaglutininas. Se estudiaron diferentes formulaciones con este producto destinadas a la alimentación del preescolar y escolar.

La UPN (NPU) de las muestras estudiadas fluctuó entre 37.3 y 43.9 y el título de hemaglutininas, de 0 a 2. Se observó un notorio incremento en la calidad proteínica al agregar DL-metionina al frijol precocido.

Se formularon seis mezclas con el frijol extruido en concentraciones de 30 a 80% con arroz, harina de trigo, leche descremada y DL-metionina. El contenido proteínico osciló entre 16.4 y 26.8 g/100 g y la UPN, de 58.5 a 69.7. Se discute la efectividad de estas mezclas para satisfacer las necesidades de energía y proteínas de acuerdo al informe FAO/OMS, 1973.

Se concluye que la harina de frijol extruido es un alimento promisorio en la alimentación del lactante y preescolar, en especial cuando se incorpora a mezclas que mejoren su potencialidad para satisfacer los requerimientos energéticos y proteínicos en estos grupos de edad.

Manuscrito modificado recibido: 11-14-80.

¹ Miembros del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina Santiago Norte, Universidad de Chile, Independencia 1027, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

Es bien conocida la importancia que entre las leguminosas tiene el frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la alimentación habitual de las poblaciones de gran parte de Latinoamérica (1). En Chile, la producción de frijol alcanza cerca de 740/o del total de leguminosas (2). Los resultados de una encuesta sobre la ingesta de leguminosas realizada en el Gran Santiago (3) demuestran que, en efecto, el frijol tiene un consumo apreciablemente mayor que otras leguminosas. Este consumo, según datos del Instituto Nacional de Estadística (4), es mayor entre los grupos de menores recursos que, por razones económicas, consumen muy pocos alimentos de origen animal, y donde se encuentra la mayoría de los casos de desnutrición infantil.

Existe consenso entre los nutricionistas acerca de que las intervenciones nutricionales deben ser concordantes con el patrón cultural y alimentario de las poblaciones a las que van dirigidas. En este sentido estamos convencidos de la necesidad de fomentar un mayor consumo de frijol en la población y especialmente en el lactante mayor, preescolar y escolar. Para este propósito es necesario disponer de un producto precocido, carente de toxicidad, y que pueda prepararse con un mínimo tiempo de cocción, en el hogar o en las instituciones. De ahí nuestro interés en estudiar las características nutricionales del frijol procesado industrialmente por el sistema de extrusión que permite una precocción del producto con destrucción de sus características tóxicas.

El presente trabajo tuvo por objeto estudiar si el proceso industrial cambia las características nutricionales del frijol extruido y evaluar la potencialidad de mezclas elaboradas a base del frijol extruido para cubrir los requerimientos energéticos y proteínicos de los individuos. Con este propósito, se analizó el valor nutritivo del frijol extruido, en cuanto a composición química, calidad biológica de la proteína, suplementación aminoacídica y contenido de hemaglutininas. Se estudiaron, además, diferentes formulaciones con este producto destinadas a la alimentación del preescolar y escolar.

MATERIAL Y METODOS

Se sometieron a estudio tres muestras de frijol extruido obtenidas de una industria de alimentos y del Instituto de Investigacio-

nes Tecnológicas de Chile (INTEC). Estas correspondían a harinas de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*, variedad tórtola) descascarado y a semilla entera. Con fines de comparación se incluyó una muestra de la misma variedad, procesada por el método habitual de cocción, que implica remojo durante 14 horas, calentamiento a ebullición durante 90', y secado con corriente de aire a temperatura ambiente.

Para la elaboración de las mezclas se utilizó el frijol extruido, harina de trigo, arroz crudo, leche descremada, y DL-metionina obtenida de Nutritional Biochemicals Corporation, Ohio, EUA.

Se realizaron análisis químicos y biológicos en todos los materiales básicos, así como en las mezclas resultantes.

Análisis Químico

Se determinó humedad por desecación a 105°C hasta alcanzar peso constante; proteínas por el método de Kjeldahl, usando el destilador de Markham (6); extracto etéreo, por extracción con éter etílico en Soxhlet; cenizas totales, por calcinación a 550°C y fibra cruda, por el método de la AOAC (7).

El valor energético se calculó utilizando los coeficientes en Kcal/g de 4-4.9 para proteínas, hidratos de carbono y lípidos, respectivamente.

En el frijol crudo —procesado por el método de extrusión— y preparado de la manera habitual, se determinó el contenido de hemaglutininas de acuerdo a la técnica de Jaffé y Brucher (8), usando glóbulos rojos tripsinados de vaca.

Análisis Biológicos

En las diversas muestras de frijol, así como en los materiales usados en la formulación, y en las mezclas, se determinó la utilización proteínica neta (UPN) (NPU), al 100/o de las calorías proteínicas, aplicando el método de Miller y Bender (9).

El frijol extruido con cáscara (INTEC) se suplementó con 0.2, 0.3, 0.4/o de DL-metionina, 0.1/o de L-triptofano, y 0.3/o de DL-metionina más 0.1/o de L-triptofano. El frijol extruido descascarado (industria) se suplementó con 0.3/o de DL-metionina.

El valor proteínico (NDpCal/o), expresión que reúne en un solo índice calidad y cantidad de proteínas, se determinó de acuerdo a la fórmula de Miller y Payne (10), utilizando el valor de

UPN operativo y el porcentaje de energía proteínica. Este indicador se aplicó a una de las muestras de frijol extruido y a su control (calentamiento habitual).

Adecuación de Energía y Proteínas

En las mezclas preparadas al 200/o se calculó la proteína utilizable según Mitchell (11), y el aporte energético. Con esta información se estimó la adecuación energética y proteínica para un niño de 2 años de edad, utilizando las cifras de requerimiento promedio de energía y nivel seguro de ingesta de proteínas de acuerdo con lo establecido por FAO/OMS en 1973 (12). En cada caso se consideró el agregado de aceite a la preparación a fin de aumentar su densidad energética.

RESULTADOS

La composición química (g/100 g) y la energía total (Kcal, 100 g peso seco) del frijol extruido, y del preparado según el método culinario habitual, se describen en la Tabla 1. Según se puede apreciar, no hubo cambio en la concentración de nutrientes y del valor energético al comparar los diferentes tratamientos.

En la Tabla 2 se muestra la utilización proteínica neta del frijol extruido y del preparado conforme el método culinario habitual. Se ilustran también resultados del valor proteínico de un producto extruido y del procesado por el método habitual. Las muestras provenientes del INTEC presentaron valores de UPN semejantes a los del frijol preparado en forma habitual. En cambio la muestra originada en la industria mostró un valor inferior. El valor proteínico del frijol calentado por el proceso habitual dio una cifra de 9.2, disminuyendo en el frijol extruido a 7.8; ello se explica por tener el primero una UPN operativa y un contenido de calorías proteínicas más elevados.

La actividad de hemaglutininas del frijol en el producto crudo y sometido a calentamiento por el proceso de extrusión y ebullición previo remojo, se expone en la Tabla 3. La presencia de hemaglutininas se evidenció en alto grado en el frijol crudo, ya que el proceso de calentamiento habitual destruye totalmente este tóxico. Con el método de extrusión se observó la ausencia de la actividad en la muestra de la industria, mientras que en las dos restantes, persistió una pequeña actividad de este compuesto.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA (g/100 g peso seco) Y CONTENIDO
ENERGETICO (Kcal/100 g peso seco) DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*,
var. tórtola) SOMETIDO A PROCESO DE EXTRUSION Y
Y AL METODO CULINARIO HABITUAL

Material	Cenizas	Grasas	Proteínas N x 6.25	Extracto etéreo	Kcal
Frijol extruido descas- carado (Industria)	3.5	1.0	25.2	70.3	391
Frijol extruido descas- carado (INTEC)	3.6	1.5	23.9	71.0	393
Frijol sometido a cocción habitual	2.8	0.8	26.1	70.3	393

TABLA 2

UTILIZACION PROTEINICA NETA* Y VALOR PROTEINICO
(NDpCal^o/o) DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*, var. tórtola) SOMETIDO
A PROCESO DE EXTRUSION Y AL METODO CULINARIO
HABITUAL

	UPN ₁₀	UPN _{op}	NDpCal ^o /o
Frijol extruido descascarado (Industria)	37.3	—	—
Frijol extruido (INTEC)	43.2	—	—
Frijol extruido descascarado (INTEC)	44.6	32.1	7.8
Frijol sometido a cocción** habitual	43.2	34.4	9.2

* Al 100/o de las calorías proteínicas (UPN₁₀) y operativo (UPN_{op}).

** Remojo por 14 horas y cocción ebullición durante 90 minutos.

TABLA 3

ACTIVIDAD DE HEMAGLUTININAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*,
var. tórtola) EN EL PRODUCTO CRUDO Y SOMETIDO A
CALENTAMIENTO POR EL PROCESO DE EXTRUSION Y POR
EL METODO DE COCCION HABITUAL

	Hemaglutininas*
Frijol crudo	13
Frijol extruido descascarado (Industria)	0
Frijol extruido descascarado (INTEC)	2
Frijol con cáscara (INTEC)	1
Frijol sometido a cocción habitual	0

* Última dilución en que es visible la reacción de hemaglutinación.

En la Tabla 4 se da a conocer el efecto de la suplementación del frijol extruido con 0.10/o de L-triptofano o cantidades crecientes de DL-metionina, o de ambos aminoácidos. Se destaca el incremento notorio de la calidad proteínica, medida como UPN₁₀, cuando se le agrega metionina, ascendiendo la muestra de INTEC de un valor de 43.2, sin suplementar, a 72.6 con la adición de 0.40/o de este aminoácido. La muestra industrial, a pesar de tener una UPN inferior (37.3), alcanzó —con 0.30/o de metionina— una cifra semejante a la muestra obtenida del INTEC con igual agregado del aminoácido. El triptofano, en cambio, no ejerció ningún efecto sobre la calidad biológica de la proteína.

La Tabla 5 indica el contenido de proteína, energía y calidad biológica de la proteína de los materiales utilizados en la formulación de las mezclas. Se seleccionó arroz y harina de trigo, debido a que la riqueza en lisina del frijol tendría acción complementaria con el patrón aminoacídico de los cereales; y la leche descremada fue escogida por su elevado contenido de proteínas de buena calidad. La muestra de arroz acusó una calidad proteínica muy superior a la harina de trigo. Como era de esperar, la leche descremada mostró un buen contenido proteínico (33.60/o) de buena calidad (UPN, 70.2).

En la Tabla 6 se describen seis mezclas a base de frijol extruido en proporciones de 300/o a 800/o, con arroz crudo, harina de

TABLA 4

UTILIZACION PROTEINICA NETA (UPN) AL 10% DE LAS
CALORIAS PROTEINICAS, DE FRIJOL EXTRUIDO SUPLEMENTADO
CON AMINOACIDOS

Material	Aminoácido agregado (g/100 g)		UPN
	DL-metionina	L-triptofano	
Frijol extruido descascarado (Industria)	—	—	37.3
	0.3	—	63.0
Frijol extruido con cáscara (INTEC)	—	—	43.2
	0.2	—	59.1
	0.3	—	64.5
	0.4	—	72.6
	—	0.1	38.7
	0.3	0.1	59.9

TABLA 5

PROTEINA (g/100 g), CONTENIDO ENERGETICO (Kcal/100 g) Y
CALIDAD PROTEINICA (UPN) DE LOS MATERIALES USADOS
EN LA FORMULACION DE MEZCLAS

	Proteínas N x 6.25	Kcal	UPN
Frijol extruido	24.44	380	37.3*
Arroz crudo	7.69	352	58.2**
Harina de trigo	11.31	355	38.0**
Leche descremada en polvo	33.56	356	70.2*

* UPN al 10% de las calorías proteínicas.

** UPN operativo.

TABLA 6

DESCRIPCION DE MEZCLAS EN BASE A FRIJOL EXTRUIDO
(Ingredientes, g/100 g)

No.	Frijol extruido	Arroz crudo	Harina de trigo	Leche descremada	DL-metionina
1	30	60	—	10	—
2	30	60	—	10	0.3
3	30	—	60	10	—
4	30	—	60	10	0.3
5	80	—	—	20	—
6	80	—	—	20	0.3

PROTEINA, GRASA, CONTENIDO ENERGETICO* Y UPN₁₀ DE LAS
MEZCLAS EN BASE A FRIJOL EXTRUIDO

No.	Proteína	Grasas	Calorías	UPN ₁₀
1**	16.44	0.70	393	59.4
2**	16.44	0.70	393	67.9
3**	19.00	1.51	399	58.5
4**	19.00	1.51	399	66.5
5	26.78	0.79	386	52.3
6	26.78	0.79	386	69.7
Leche en polvo				70.0

* Por 100 g de mezcla peso seco.

** Contenido de nutrientes calculado a partir de los ingredientes.

trigo, leche descremada y DL-metionina. Muestra también la composición química y el contenido energético, calculado en base a 100 g peso seco, así como la calidad de la proteína resultante. Se observa que el contenido proteínico osciló entre 16.4 y 26.8 g/100 g; con una UPN de 58.5 a 69.7; el reemplazo de arroz crudo por harina de trigo no alteró la calidad biológica de la proteína de la

mezcla. Según se aprecia, las formulaciones 2, 4 y 6 resultaron ser las mejores de su grupo y representan justamente las que fueron suplementadas con el aminoácido limitante.

Con miras a realizar una estimación de la potencialidad real de la mezcla para satisfacer las necesidades proteínicas y energéticas, es imprescindible referirse a la forma en que las mezclas propuestas deben consumirse. A manera de ejemplo, se estimó que las preparaciones de las mezclas para niños de 2 años se elaboren a una concentración de 20% y se proporcionen 200 g por ración, con el agregado de 10 g de aceite. El aporte energético y la proteína utilizable de las raciones se dan a conocer en la Tabla 7. Se indica, además, las adecuaciones energéticas y proteínicas de las prepa-

TABLA 7

**APORTE ENERGETICO Y PROTEINA UTILIZABLE, POR RACION*
DE LAS MEZCLAS PROPUESTAS. PORCENTAJE DE ADECUACION
DE ENERGIA Y PROTEINA PARA UN NIÑO DE 2 AÑOS
SEGUN FAO/OMS, 1973**

	Energía	Proteína utilizable	% de adecuación	
			Energía	Proteína
1	247.2	3.91	18.2	24.1
2	247.2	4.47	18.2	27.6
3	249.6	4.47	18.4	27.6
4	249.6	5.05	18.4	31.2
5	244.4	5.60	18.0	34.6
6	244.4	7.46	18.0	46.0

* 200 g de papilla (preparada al 20% de la mezcla) más el agregado de 10 g de aceite.

raciones para un niño de 2 años de edad. El aporte de proteína utilizable fluctuó entre 3.9 y 7.5%. En todas las mezclas la adecuación energética alcanzó alrededor de 18% del requerimiento promedio diario, y en el nivel seguro de ingesta de proteínas, los límites comprendieron 24.1 % en la mezcla No. 1 a 46.0 % en la mezcla No. 6.

DISCUSION

Un factor importante que limita el consumo más frecuente del frijol en el hogar e instituciones es su tiempo de cocción prolongado. La precocción industrial que utiliza tratamiento térmico en medio seco (13) es inadecuada porque no destruye totalmente sus tóxicos termolábiles (14, 15). La extrusión, en cambio, tiene la ventaja de proporcionar un producto en forma de harina de fina textura, de rápida cocción de término y que no presenta toxicidad. Este producto tiene la ventaja de incorporarse fácilmente a otros alimentos para la elaboración de mezclas a nivel del hogar o a nivel industrial, proporcionando un alimento nutritivo y económico para la alimentación infantil.

Las muestras de frijol extruido obtenidas del INTEC acusaron una calidad proteínica semejante a la leguminosa preparada por el proceso habitual (90' previo remojo) con un bajo remanente de toxicidad, a diferencia de la obtenida de la industria, que presentó ausencia total de la actividad hemaglutinante con una disminución de la calidad proteínica. Aunque no conocemos los detalles del proceso de extrusión aplicados a los productos estudiados, la disminución de la utilización biológica de la proteína en la muestra industrial puede adjudicarse a la aplicación de procesos térmicos más drásticos. Hay que dejar constancia de que debe tratarse de llegar a un producto sin toxicidad y con calidad óptima, lo que se lograría con un control estricto de la temperatura y de la humedad durante el proceso industrial.

Los ensayos de suplementación aminoacídica demostraron que al igual de lo que ocurre con otras leguminosas, la metionina es el aminoácido limitante del frijol extruido (16). Cabe destacar que frijoles extruidos que presentaban distintas calidades biológicas igualaron su calidad proteínica al ser suplementados con la misma concentración de metionina (0.3%). Esta calidad biológica fue semejante a la de la leche.

Las formulaciones de las mezclas se realizaron con un frijol extruido carente de toxicidad, pero con calidad biológica de la proteína disminuida. Es de presumir que usando la leguminosa base con mayor contenido de aminoácidos esenciales, el resultado también mostraría un incremento en calidad en aquellas mezclas que no llevan agregado de metionina. La suplementación de las mezclas con metionina tiene otra ventaja nutricional debido a que según la disponibilidad promedio estadística de alimentos (17) o a través de estudios de encuestas alimentarias (18), se ha determinado

que los primeros aminoácidos limitantes en la dieta chilena son los aminoácidos azufrados.

Además de evaluar las mezclas por su calidad y cantidad de proteínas, consideramos necesario también analizar su potencialidad para cubrir los requerimientos energéticos y proteínicos de un grupo etario nutricionalmente vulnerable. Como ejemplo se estimó la adecuación de energía y proteína para niños de 2 años, considerando para el caso una ración de 200 g de las mezclas, preparadas a una concentración de 20% con agregado del aceite necesario para aumentar la densidad energética de las preparaciones. El análisis demostró que en todas las preparaciones la adecuación proteínica fue mayor que la energética. Por lo tanto, es recomendable incrementar el aporte energético con otro tipo de alimentos tales como fruta o pan; otra alternativa sería incrementar el número de comidas diarias para permitir un consumo energético adecuado. En cuanto a proteínas, los resultados demuestran que la mayor adecuación se logra con la preparación de la mezcla de frijol-lecitemionina en la que simultáneamente se alcanzó la mejor concentración y la mejor calidad. Es necesario destacar también que si estas mezclas constituyen una fracción importante de la ingesta diaria, habrá que preocuparse del aporte de vitaminas y minerales, sobre todo de hierro, cuya absorción intestinal en este tipo de alimentos, según se ha determinado, es baja (19).

Los resultados del presente estudio nos permiten concluir que el empleo de harina de frijol precocido por el sistema de extrusión abre nuevas perspectivas para el uso de esta leguminosa en la alimentación de niños lactantes y preescolares. Por esta razón recomendamos que se continúen las investigaciones tendientes a lograr un proceso industrial óptimo, un estudio de costo-beneficio de este producto en la alimentación institucional y mayores estudios de aceptabilidad y tolerancia de las formulaciones.

SUMMARY

EXTRUDED BEANS: POTENTIAL USEFULNESS IN INFANT FEEDING

The nutritional value of extruded bean flour (*Phaseolus vulgaris*, var. *tortola*) obtained from the food industry was assessed in terms of chemical composition, biological value of protein, amino acid supplementation, and hemagglutinin content. The assessment also included several mixtures with

extruded bean that could be applicable for infant and preschool feeding.

The NPU of the samples ranged from 37.3 to 43.9 and the tittle of hemagglutinins, from 0 to 2. A remarkable increase in protein quality was observed when DL-methionine was added.

Six mixtures using extruded bean in concentrations ranging from 30 to 80%, plus rice, wheat flour, skimmilk and DL-methionine were formulated. The protein contents varied from 16.4 to 26.8 g/100 g, with a NPU of 58.5 to 69.7. The usefulness of these mixtures to meet the energy and protein allowances according to the WHO/FAO report of 1973, is discussed.

It is concluded that extruded bean flour is a promising food for infant and preschool feeding, especially when added to mixtures that will improve their efficiency in meeting nutritional allowances.

BIBLIOGRAFIA

1. Jaffé, W. G. Las semillas de leguminosas como fuente de proteínas en América Latina. En: **Recursos Proteínicos en América Latina**. (Capítulo III). M. Béhar y R. Bressani (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano, celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Guatemala, C. A., Tallres Gráficos del INCAP, agosto de 1971, p. 228-241.
2. Barja, I., M. Solorza, C. Puigredón, B. Avila & M. A. Tagle. Servicio Nacional de Salud, Departamento Técnico, Subdepartamento Fomento de la Salud, Sección Nutrición. Publicación Técnica No. 3.
3. Araya, H., I. Barja, E. Durán, N. Luengo, A. Mateluna, A. Pacheco, A. Rebolledo & N. Pak. Encuesta institucional sobre el consumo de leguminosas en Santiago. Inédito.
4. Barja, I., M. A. Tagle & G. Donoso. Consumo de alimentos por nivel socioeconómico. Análisis alimentario-nutricional de la encuesta por presupuestos familiares. Inédito.
5. Pak, N. & I. Barja. Valor nutritivo de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas en Chile. Análisis comparativo con leguminosas de importancia en la alimentación chilena. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 24: 495-506, 1973.
6. Markham, R. A steam distillation apparatus suitable for micro Kjeldahl analysis. **Biochem. J.**, 36: 790-791, 1942.
7. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 9th. ed. Washington, D.C., The Association, 1960.
8. Jaffé, W. G. & O. Brucher. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemagglutininas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). **Arch. Latinoamer.**

- Nutr.*, **22**: 267-281, 1972.
9. Miller, D. S. & A. E. Bender. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, **9**: 382-388, 1975.
 10. Miller, D. S. & P. R. Payne. Problems in the prediction of protein values. *Brit. J. Nutr.*, **15**: 11-19, 1961.
 11. Mitchell, H. H. The net protein value of feeds and materials. *Rec. Am. Soc. Animal Prod.*, **55**, 1922. Citado en: *J. Nutr.*, **106**: 792-801, 1976.
 12. **Necesidades de Energía y de Proteínas.** Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos, Roma, 22 de marzo – 2 de abril, 1971. Publicado por la FAO y la OMS. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1973, 138 p. (FAO, Reuniones sobre Nutrición Informe No. 52; OMS, Serie de Informes Técnicos No. 522).
 13. Pak, N. & I. Barja. Valor nutritivo de leguminosas crudas y precocidas. *Nutr. Bromatol. Toxicol.*, **7**: 55-62, 1968.
 14. Gallardo, F., H. Araya, N. Pak & M. A. Tagle. Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. II. Inhibidores de tripsina. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**: 183-191, 1974.
 15. Contreras, S. & M. A. Tagle. Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. III. Hemaglutininas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**: 191-199, 1974.
 16. Bressani, R. Legumes in human diets and how they might be improved. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding.** Proceedings of a Symposium sponsored by PAG, held at the headquarters of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 3-5 July, 1972, and PAG Statement 22. **Upgrading Human Nutrition Through the Improvement of Food Legumes.** Rome, FAO, 1973.
 17. Soto, S. & A. Arteaga. Estudio de la disponibilidad de alimentos en Chile. *Rev. Med. Chile*, **99**: 615-618, 1971.
 18. Tagle, M. A. La calidad y el valor proteico de la dieta del proletariado chileno. *Rev. Méd. Chile*, **98**: 549-564, 1970.
 19. Layrisse, M., J. D. Cook, C. Martínez, M. Roche, I. N. Kuhn, R. Walker & C. A. Finch. Food iron absorption: a comparison of vegetable and animal foods. *Blood*, **33**: 430-443, 1969.