

Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas

IRMA PENNACCHIOTTI M. y HERMANN SCHMIDT-HEBBEL

Cátedra de Bromatología, Escuela de Química y Farmacia
Universidad de Chile, Santiago

RESUMEN

Se presentan los resultados analíticos de 10 aminoácidos obtenidos por métodos microbiológicos en leguminosas chilenas: frejoles, garbanzos, lentejas y arvejas, y se comparan con la Proteína de Referencia establecida por la FAO.

Las leguminosas demostraron poseer bajos contenidos en metionina y triptofano y en algunos casos en fenilalanina.

En general, los valores de lisina, histidina, treonina, leucina, isoleucina, valina y arginina son satisfactorios si se comparan con el Patrón de Referencia de la FAO.

INTRODUCCION

Entre los alimentos vegetales, las semillas de leguminosas representan una rica fuente de proteínas. Su contenido es casi el doble de lo que contienen los cereales en general y ligeramente más alto que la carne, pescado y huevo. Ellas no sólo contienen grandes cantidades, sino que también tienen un patrón aminoácido que complementa el del maíz y otros cereales (1).

La fracción proteica está formada en su mayoría por globulinas, pero también se encuentran en algunas especies, albúminas. Estas proteínas, al igual que la mayoría de las proteínas de origen vegetal, no son capaces de cubrir los requere-

rimientos proteicos, ya que son deficientes en ciertos aminoácidos, especialmente azufrados, como metionina y cistina. Por este motivo, las dietas que sólo contienen leguminosas como fuente de proteína no pueden promover el crecimiento normal de las ratas, aun cuando se administren a niveles altos (2).

Con el objeto de establecer el valor nutritivo de las diversas semillas de leguminosas comestibles que se cultivan en el país, se inició oportunamente en el laboratorio una serie de estudios, cuyos resultados finales quedaron consignados en la Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos (3).

El objetivo de este trabajo ha sido cumplir, en parte, con los llamados que realiza FAO y otros organismos internacionales (4) en el sentido de establecer el contenido en aminoácidos de los alimentos de cada país. La dieta popular chilena se caracteriza por una baja ingesta de proteínas de origen animal, pero esta deficiencia es parcialmente cubierta con el uso de proteínas vegetales. Ahora bien, si el contenido de aminoácidos en los vegetales en general es mejor conocido, la suplementación y los proyectos de educación nutricional podrían conducir a una utilización más racional de ellos.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio se analizaron las leguminosas de mayor consumo interno en el país:

Frejoles o porotos (Phaseolus vulgaris), en cuatro de sus más importantes variedades: Coscorriones, Bayos, Burros y Tórtolas. Algunas de las muestras fueron proporcionadas por el Ministerio de Agricultura a través de su Departamento de Investigaciones Agrícolas y otras obtenidas directamente del mercado de la ciudad de Santiago. El estudio se realizó sobre un número variable de muestras, como se señala en la Tabla Nº 1.

Garbanzos (Cicer arietinum). Se estudiaron muestras proporcionadas por la Empresa de Comercio Agrícola (ECA) y las recolectadas en el comercio de Santiago; en un total de 30 muestras.

Lentejas (Lens esculenta). Las 30 muestras sobre las que se realizó el estudio de los aminoácidos fueron proporcionadas

por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Ministerio de Agricultura, de las cuales 27 eran de origen nacional y 3 de procedencia rusa.

Arvejas (Pisum sativum). Se trabajó sobre un total de 26 muestras procedentes de diversas zonas del país y otras adquiridas en el comercio de Santiago.

En todas las muestras se determinó humedad y nitrógeno total por duplicado y los siguientes aminoácidos esenciales: triptofano, fenilalanina, histidina, valina, lisina, metionina, leucina, isoleucina, treonina y arginina, por duplicado y a cuatro niveles de concentración, empleándose los métodos microbiológicos (5) (6).

La humedad se determinó por desecación a 105°C hasta peso constante (7) y el nitrógeno total por el método indicado en la A.O.A.C. (7). Para convertir el nitrógeno en proteínas se usó el factor 6,25 (8).

El microorganismo empleado en las determinaciones de metionina, fenilalanina, lisina e histidina fue el *Leuconostoc mesenteroides P-60*. En las determinaciones de leucina, isoleucina, triptofano y valina se usó el *Lactobacillus arabinosus 17-5* y en las determinaciones de arginina y treonina se empleó el *Streptococcus faecalis R* (5) (9).

Las técnicas de hidrólisis fueron las siguientes:

a) La hidrólisis enzimática se aplicó para el triptofano, según el método descrito por Horn (10), usando papaína en medio alcalino, 10 gotas de cianuro de sodio al 5% y temperatura de 70°C.

b) La hidrólisis ácida se aplicó para los restantes aminoácidos; se usó autoclave por espacio de 8-10 horas a 15 lb de presión, obteniéndose en esta forma una hidrólisis equivalente a la lograda por calentamiento a reflujo durante 24 horas (11) (12). Debe tomarse en cuenta la necesidad de eliminar en forma conveniente la humina que se forma durante la hidrólisis, que puede producir resultados no exactos (13).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas Nos. 1, 2, 3 y 4. La humedad y el nitrógeno se expresan en g/100 g de producto y los aminoácidos en mg/g de N. Se dan además los márgenes, error típico y coeficiente de variación % y se establece la comparación con el Patrón de Referencia de FAO (14).

Se observa, en general, que las leguminosas analizadas señalan valores altos en lisina, leucina, isoleucina, treonina, valina, fenilalanina y arginina. Las cifras de triptofano, metionina y de histidina son bajas, lo que indica que las leguminosas son deficientes en estos aminoácidos, y al compararlas con el Patrón de Referencia de FAO se desprende que deben considerarse como aminoácidos limitantes.

De la Tabla N^o 1 se deduce que los promedios de las variedades de *Frejoles* analizadas no presentan mayores variaciones en cuanto a su contenido en triptofano, metionina, treonina y valina. La variedad Tórtola presentó los valores más bajos en fenilalanina y leucina.

La histidina presenta un margen muy amplio y prácticamente igual en las variedades Tórtola y Burro, mientras que el contenido de lisina es bastante más alto en estas dos variedades.

Las diferencias observadas en los frejoles pueden atribuirse a las variedades genéticas, como ha sido demostrado por Esh G. C. y col. (16).

El contenido en aminoácidos de *Garbanzos*, *Lentejas* y *Arvejas* señala márgenes bastante amplios.

En la Tabla N^o 2 se indican los valores de *Garbanzos*, y de ella se desprende que el triptofano y la metionina presentan cifras inferiores a las fijadas por FAO. Los niveles de los restantes aminoácidos esenciales exceden las cantidades fijadas por el organismo internacional ya mencionado.

Los valores de la Tabla N^o 3, correspondientes a *Lentejas*, señalan que la leucina, isoleucina, valina, treonina, lisina y arginina se encuentran en cantidades superiores a las indicadas por FAO; en cambio, son limitantes en grado significativo la

TABLA N° 1

Promedios, margen, error típico, coeficiente de variación de humedad, proteína y aminoácidos esenciales en cuatro variedades de POROTOS o FREJOLES CHILENOS, comparados con FAO

Determinaciones	Bayos	Burros	Coscorrones	Tórtolas	Promedio	Error típico	C. Variación %	FAO (14)
Humedad g/100 g	11,4-11,6	10,4-12,2	10,5-11,8	10,1-13,0	11,0	0,11	2,0	
Nitrógeno g/100 g	3,57-3,68	3,02-4,35	3,54-4,80	3,45-4,74	4,03	0,08	1,4	
Proteína (N × 6.25) g/100 g	22,3-28,6	18,9-28,1	22,1-30,0	21,5-29,6	25,3	0,49	8,7	
AMINOACIDOS mg/ g N								
Fenilalanina*	315-815	359-788	309-723	253-400	422	22,2	355	180
Histidina*	93-190	75-310	91-169	78-310	140	7,2	115	150***
Isoleucina**	422-522	335-478	305-525	327-586	421	12,7	228	270
Leucina**	339-461	377-453	366-461	323-437	397	7,0	125	306
Lisina*	290-692	321-955	232-780	320-873	509	27,0	428	270
Metionina**	47-65	45-61	43-66	43-69	55	1,3	23	144
Triptofano**	37-60	35-73	39-59	40-51	46	1,5	27	90
Treonina**	233-280	205-288	214-273	205-314	244	4,9	89	180
Valina**	244-336	265-324	217-364	231-314	287	6,8	122	270

* = N° de muestras: 40

** = N° de muestras: 30

*** = Evans and Bandemer (15).

TABLA Nº 2

Promedios, margen, error típico, coeficiente de variación de humedad, proteína y aminoácidos esenciales en GARBANZOS CHILENOS, comparados con el Patrón de FAO

Determinaciones	Promedio	Margen	Error típico	C. Variación %	FAO (14)
Humedad g/100 g	10,02	2,81-3,70	0,09	1,62	
Nitrógeno g/100 g	3,34	2,81-3,70	0,05	0,93	
Proteína (N × 6.25) g/100 g	20,89	17,58-23,38	0,30	5,54	
AMINOACIDOS mg/ g N					
Fenilalanina	329	224-458	15,3	280	180
Histidina	116	92-147	7,6	143	150*
Isoleucina	624	488-827	15,4	280	270
Leucina	530	416-699	11,3	207	306
Lisina	489	354-602	17,0	310	270
Metionina	77	67-91	1,15	21	144
Triptofano	25	18-40	0,93	16	90
Treonina	224	174-264	4,0	73	180
Valina	241	159-338	8,8	195,0	270
Arginina	531	310-846	8,1	150	120*

* = Evans and Bandemer (15).

Nº de muestras: 30

TABLA N° 3

Promedio, margen, error típico y coeficientes de variación humedad, proteína, aminoácidos esenciales en ARVEJAS CHILENAS, comparados con el Patrón de FAO

Determinaciones	Promedio	Margen	Error típico	C. Variación %	FAO (14)
Humedad g/100 g	9,13	7,5-9,7	0,08	1,4	
Nitrógeno g/100 g	4,38	3,9-4,96	0,05	0,93	
Proteína (N × 6.25) g/100 g	27,4	24,4-31,0	0,30	5,4	
AMINOACIDOS mg/ g N					
Fenilalanina	146	115-209	4,51	82,4	180
Histidina	76	46-107	3,2	59	150*
Isoleucina	529	287-722	16,9	308	270
Leucina	441	352-581	9,5	173	306
Lisina	515	395-649	11,5	210	270
Metionina	46	23,4-58,7	1,31	24	144
Triptofano	10	5,5-16,3	0,44	8	90
Treonina	193	95-324	9,7	178	180
Arginina	467	310-640	13,7	250	120*
Valina**	306	270-398	—	—	270

N° de muestras: 30

** = N° de muestras: 3

* = Evans and Bandemer (15).

TABLA N° 4

Promedio, margen, error típico, coeficiente de variación de humedad, proteínas y aminoácidos esenciales en LENTEJAS CHILENAS, comparados con el Patrón de FAO

Determinaciones	Promedio	Margen	Error típico	C. Variación %	FAO (14)
Humedad g/100 g	12,3	9,2-14,6	0,17	3,3	
Nitrógeno g/100 g	3,56	3,13-5,31	0,09	1,8	
Proteína (N × 6,25) g/100 g	22,35	19,6-33,2	0,58	11,3	
AMINOACIDOS mg/ g N					
Fenilalanina	308	248-373	14,6	280	180
Histidina*	142	134-163	—	—	150**
Isoleucina	362	279-460	8,3	159	270
Leucina	485	340-583	10,8	207	306
Lisina	535	474-589	11,0	305	270
Metionina	38	28-48	1,12	21,5	144
Triptofano	44	29-62	1,95	40,4	90
Treonina	327	272-390	14,0	269	180
Arginina	604	428-801	16,2	310	120**
Valina	320	218-406	9,66	183	270

* = N° de muestras: 3

** = Evans and Bandemer (15).

metionina y el triptofano, encontrándose además como tercer limitante la fenilalanina. El valor de histidina es inferior al señalado por Evans y Bandemer (14).

En la Tabla N° 4 los promedios de treonina, leucina, isoleucina, arginina, valina y lisina en *Arvejas* son más altos que las cifras de FAO; el triptofano y la metionina, al igual que en las restantes leguminosas analizadas, presentan valores inferiores a los establecidos en el Patrón de Referencia de FAO.

Para apreciar que las leguminosas son ricas fuentes de proteínas, capaces de mejorar a bajo costo defectos nutricionales de la población que las consume, se comparan los valores de aminoácidos encontrados en este estudio y los proporcionados por Orr y Watt (8) para proteínas de carne y ave y por FAO (14) para proteínas de huevos:

CUADRO N° 1

	LEGUMINOSAS				CARNE		
	Frejoles o Porotos	Lent.	Garb.	Arvej.	vacuno	ave	huevo
Treonina	244	193	224	327	276	285	250
Triptofano	46	10	25	44	73	81	75
Isoleucina	421	529	624	362	327	410	413
Leucina	397	441	530	485	512	558	563
Lisina	509	515	489	535	546	596	419
Metionina	55	46	77	38	155	192	206
Fenilalanina	422	146	491	308	257	249	388
Valina	287	306	241	320	347	314	413
Arginina	—	467	531	604	403	338	369
Histidina	140	76	116	142	217	147	138

La comparación anterior permite comprobar que si bien el triptofano y la metionina presentan en las leguminosas cifras significativas menores, en cambio el contenido de los otros aminoácidos es bastante satisfactorio.

Por otra parte, se ha evaluado la calidad nutritiva de la proteína de las leguminosas estudiadas, mediante el cálculo del Cómputo Proteínico, que es el cociente que resulta de

dividir el valor encontrado del aminoácido limitante por el valor dado por FAO y multiplicado por 100 (14).

a) En la proteína del *frejol*, el primer aminoácido limitante fue la metionina y el segundo el triptofano. En base a ello se obtuvo para esta proteína un cómputo proteínico de 38,1% en término de metionina y de 51% en término de triptofano. Bressani y col. (17) dan para la proteína de frejol como primer aminoácido limitante los azufrados con un cómputo de 32%, el segundo limitante fue la leucina con un cómputo proteínico de 72% y el tercero limitante fue el triptofano en 72%.

b) En la proteína de la *lenteja* el primer aminoácido limitante fue el triptofano; el segundo, la metionina, y el tercero, la fenilalanina. En base a ello se obtuvo para la proteína de lenteja un cómputo proteínico de 11% en término de triptofano, 32% en término de metionina y de 81,2% en término de fenilalanina. En otros estudios (18) se encontró para esta proteína un cómputo proteínico de 20,8% en término de metionina como primer limitante y de 62,9% en término de valina como segundo limitante.

c) En la proteína de *garbanzo* el primer aminoácido limitante resultó ser el triptofano y el segundo la metionina, dando los siguientes cómputos proteínicos: 28% y 53%, respectivamente. Otros autores señalan como primer limitante la metionina y en segundo lugar la valina, dando los cómputos proteínicos de 39% y 78%, respectivamente (18) (19).

d) En la proteína de *arveja* el primer aminoácido limitante resultó ser la metionina y el segundo el triptofano, obteniéndose los cómputos proteínicos de 26% y 48,8%, respectivamente.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado sobre leguminosas chilenas es posible señalar que, si comparamos los valores obtenidos de proteína total y de aminoácidos esenciales con los indicados en la literatura consultada, se observan en algunos casos diferencias significativas, lo que también se aprecia entre los autores consultados.

Se confirma lo dicho por otros investigadores de que las

leguminosas son deficientes en metionina y triptofano especialmente, pero que representan ricas fuentes de lisina, por lo que se utilizan como suplementos para proteínas deficientes en ella, como es el caso de los cereales.

El contenido de aminoácidos en los frejoles presenta un amplio margen en algunos casos y ello puede atribuirse a la composición genética de la planta.

Si se toma en cuenta la composición en aminoácidos de las leguminosas estudiadas, es posible establecer una escala de valores alimenticios, según su aproximación a las cifras señaladas en el Patrón de Referencia de FAO:

Garbanzos (triptofano y metionina como aminoácidos limitantes).

Frejoles o porotos (metionina y triptofano como aminoácidos limitantes).

Arvejas (metionina y triptofano como aminoácidos limitantes).

Lentejas (triptofano, metionina y fenilalanina como aminoácidos limitantes).

Considerando el aporte en proteínas y en aminoácidos de las leguminosas, sería conveniente educar al pueblo para un mayor consumo de estas semillas, pues además aportan vitaminas, minerales y algunos elementos trazas.

Si bien las leguminosas no constituyen un sustituto de la carne, por su bajo contenido en triptofano y metionina, balanceando la dieta en forma adecuada pueden proporcionarse las cantidades de aminoácidos esenciales que requiere una persona para su desarrollo normal.

SUMMARY

Amino acid content of Chilean legumes

Chilean legumes as beans, lentils, chick-peas, and peas were analyzed by microbiological methods for 10 amino acids and compared with the FAO Reference Proteins.

All were deficient in methionine and tryptophan. In some legumes the phenylalanine content was also low.

They present high values in lysine, histidine, leucine, isoleucine, valine, threonine, arginine.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Food Agriculture Organization of the United Nations.—“El maíz en la alimentación”. N° 9. Roma, 19, 1954.
- (2) Jaffé, W.—“Limiting essential amino acids of some legume seeds”. Proc. of Soc. for Exp. Biol. and Medi. 71: 398, 1949.
- (3) Cátedra de Bromatología.—“Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos”. Facultad de Química y Farmacia, 1960.
- (4) Food Agriculture Organization of the United Nations.—Conferencia sobre proteínas. Venezuela, 1953. Roma, 1954.
- (5) Barton-Wright, E. C.—“The microbiological Assay of the vitamin B complex and amino acids”. London, Sir Isaacs Pitman Ltda., 1952.
- (6) Dunn, M. S.—“Microbiological determination of amino acids”. Dept. of Biochemistry, University of California, Los Angeles, 1957.
- (7) Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis, 9th, 287, 97, 1960.
- (8) Orr, M. L. & Watt, B. K.—“Amino acid content of foods”. Home Economics Research Report 4, 54, Washington, D. C., 1957.
- (9) Steele, F., Sauberlich, H. E., Reynolds, M. S.—“Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081”. J. Biol. Chem. 177: 533-544, 1949.
- (10) Horn, M. J. & Breese, D. J.—“A rapid method for the determination of tryptophan in proteins and foodstuffs”. J. Biol. Chem. 157: 153, 1945.
- (11) Schweigert, B. S., McIntire, J. M., Elvehjem, C. A., Strong, F. M.—“The direct determination of valine and leucine in fresh animal tissues”. J. Biol. Chem. 155: 183-191, 1944.
- (12) Riesen, W. H., Schweigert, B. S. & Elvehjem, C. M.—“Microbiological determination of methionine in proteins and foodstuffs”. J. Biol. Chem. 165: 347, 1946.
- (13) Horn, M. J., Blum, A. E., Gersdorff, C. E.—“Sources of error in microbiological determinations of amino acids on acid hydrolysates”. J. Biol. Chem. 203: 907-913, 1953.
- (14) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.—“Necesidades en proteínas”. Roma, 1958.
- (15) Evans, J. R. & Bandemer, S. L.—“Nutritive value of legume seeds proteins”. J. Agr. Food Chem. 15: 439-443, 1967.
- (16) Esh, G. C., De, T. S., Basu, U. P.—“Nutritive value of high and low protein concentration in chick-peas”. Science, 129: 148, 1959.
- (17) Bressani, R., Elías, L. G., Navarrete, D. A.—“Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans, and cowpeas of Guatemala”. J. of Food Science 26: 525-528, 1961.
- (18) 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.
- (19) Tisi, E. G.—“Triptofano y lisina en garbanzos y lentejas”. Tesis de prueba para optar al título de Químico-Farmacéutico. Universidad de Concepción, 1967.