

# EVALUACION QUIMICA Y BIOLOGICA DE VARIEDADES TRADICIONALES Y MEJORADAS DE FREJOLES (*Phaseolus vulgaris* L.)<sup>1</sup>

## Chemical and biological evaluation of traditional and improved beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars

Isabel Zacarías H.<sup>2</sup>, Gabriel Bascur B.<sup>3</sup>, Ernesto Guzmán C.<sup>2</sup> y Enrique Yáñez S.<sup>2</sup>

### SUMMARY

The evaluation of the chemical composition and biological value of several bean cultivars grown in Chile was the aim of the current study. The bean samples analyzed were produced by the Food Legumes Program of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) corresponding to the following cultivars: Tórtola-Diana, Tórtola-INIA, Fleetwood, Negro Argel, Orfeo-INIA, Blanco-INIA, Pinto 114, Arroz 3 and Coscorrón Granado-INIA, including as controls Tórtola Corriente and Coscorrón Corriente cultivars. The raw and cooked materials were analyzed for their chemical composition according to the AOAC (1980) methods. Also the biological quality was measured as Protein Efficiency Ratio (PER) in the cooked sample. The mean chemical analysis values (g/100 g) were: moisture, 11.6; fat, 1.3; crude fiber, 4.3; protein (N x 6.25), 20.7; ash, 3.6; carbohydrates (by difference), 58.6. In the rat study, weight gain and food intake of the animals showed statistical differences ( $P \leq 0.05$ ) among the different cultivars. Only two samples (Negro Argel and Pinto 114) gave significantly different PER values,  $1.67 \pm 0.22$  and  $1.72 \pm 0.23$ , respectively ( $P \leq 0.05$ ). Arroz-3 cultivar presented the highest PER value ( $2.03 \pm 0.30$ ). The results compared to the standard casein diet were statistically different ( $P \leq 0.05$ ). From previous results it is concluded that the protein content of the new beans cultivars is comparable to the traditional ones as well as its biological quality.

**Key words:** Chemical composition, biological value, improved cultivars, beans.

### INTRODUCCION

Una de las características de las leguminosas de grano es el alto contenido de proteína de la semilla, factor que las hace importantes en la alimentación humana y explica su alta demanda a nivel mundial. Muchas especies pueden ser incorporadas directamente en la dieta normal (FAO, 1978); sin embargo, la preferencia por algunas de ellas va a depender de los hábitos de consumo de la población y de la capacidad de adaptación agronómica que presente una determinada zona para su producción.

En países como el nuestro con un consumo elevado de cereales, la mezcla leguminosa-cereal se obtiene en forma natural, y mejora la calidad y densidad proteica de la dieta (Aykroyd y Doughty, 1982; Bressani, 1973; Jansen, 1973; Dessert, 1983). En ella, la proteína del fréjol, deficiente en aminoácidos azufrados, pero buena fuente de lisina (Aykroyd y Doughty, 1982,

Pennacchiotti y Schmidt-Hebbel, 1968), mejora su valor biológico al mezclarlo con maíz u otro cereal (Bressani, Elías y de España, 1981).

En Chile, se cultivan varias leguminosas de grano tales como fréjol, lenteja, garbanzo y arveja, especies muy importantes en la producción nacional, tanto por la superficie cultivada como por el aspecto socioeconómico que involucra su cultivo: un 20% de la superficie nacional es ocupada por cultivos básicos tradicionales, cifra solamente superada solamente por el cultivo de trigo (Parada, 1983).

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie más importante en el país, considerando la superficie dedicada a su cultivo, su producción y consumo. Según cifras de ODEPA (1988), la producción en los últimos años ha sido de 80.000 a 100.000 toneladas, con un consumo aparente de 5,9 kg/habitante al año. Según información a nivel nacional, el consumo promedio de leguminosas en Chile es de 36 g diarios, lo cual equivale al 9% de las proteínas y al 5% de las calorías totales diarias (Ministerio de Salud, Chile, 1976).

En el país se cultiva diversos tipos de fréjoles, existiendo una gran cantidad de variedades (Bascur, 1986),

<sup>1</sup>Recepción de originales: 19 de junio de 1990.

<sup>2</sup>Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 138-11, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

que son consumidas principalmente como grano seco. Desde el punto de vista agronómico, las variedades tradicionales presentan limitaciones que hacen que su rendimiento no sea bueno. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a través del Programa Leguminosas de Grano, desarrolla un trabajo de mejoramiento genético para la producción de nuevas variedades (Herrera y Bascur, 1986), que presenten buenas características agronómicas y un mayor potencial de rendimiento.

Como resultado de este trabajo se ha generado un gran número de variedades mejoradas, en los distintos tipos que se cultivan en el país (Herrera y Bascur, 1986). Aunque su comportamiento agronómico es conocido, no existen antecedentes relacionados con algunos parámetros de calidad nutricional de ellas, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química y valor biológico de estas variedades mejoradas.

## MATERIALES Y METODOS

### Obtención de las muestra

Con el propósito de usar muestras de alta pureza varietal, la semilla de las variedades mejoradas de fréjol utilizada para los diferentes análisis, fue producida por el Programa Leguminosas de Grano del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) a partir de materiales originales correspondientes a cada variedad.

Las variedades consideradas en este estudio fueron Tórtola-Diana, Tórtola-INIA, Fleetwood, Negro Argel, Orfeo-INIA, Blanco-INIA, Pinto 114, Arroz-3 y Coscorrón Granado-INIA. Se incluyeron como testigo a las variedades Tórtola Corriente y Coscorrón Corriente, cuyas muestras fueron obtenidas a partir de material corriente.

Para el análisis de todas las variedades se prepararon muestras con semillas de la última cosecha. Todas tuvieron un manejo agronómico similar de acuerdo a las recomendaciones técnicas para la producción de fréjol (Aeschlimann y otros, 1979).

### Análisis químico

Las muestras, crudas y cocidas, se sometieron a un análisis químico proximal que incluyó determinación de humedad, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y cenizas, según técnicas de la AOAC (1980). En proteína se empleó el factor 6,25 para la conversión de nitrógeno.

### Estudio biológico

La calidad biológica de la proteína de los fréjoles se determinó en muestras cocidas utilizando el método de

la Razón de Eficiencia Proteica (PER) de Chapman, Castillo y Campbell (1959), las que se suministraron a ocho grupos de ocho ratas de ambos sexos, cepa Wistar, de 21 a 23 días de edad, por cada dieta experimental. Como control se empleó un grupo alimentado con una dieta en base a caseína, por la calidad biológica de esta proteína y su alta digestibilidad (98%) (Chapman y otros 1959; UNU, 1980). Las dietas empleadas en el estudio biológico se prepararon utilizando las diferentes variedades de fréjol previa cocción, 30 minutos a presión aumentada (2 atm), y posterior secado y molienda del producto cocido a un tamaño de grano menor de 100 mesh. Las distintas dietas experimentales preparadas con los materiales así tratados fueron elaboradas según la fórmula siguiente: proteína, 10%; grasa, 10%; mezcla vitamínica, 1%; mezcla mineral, 4% (United States Pharmacopeia XIV) y celulosa en polvo, 5% (Chapman y otros, 1959). El estudio tuvo una duración de cuatro semanas por dieta, durante las cuales las ratas se mantuvieron en jaulas individuales de fondo cribado con agua y dieta *ad libitum*, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Semanalmente se realizaron controles de peso e ingesta. La distribución de las ratas asignadas a cada grupo de estudio se hizo en forma aleatoria utilizando un sistema de bloque basado en el peso y distribuyendo las ratas al azar en cada bloque por dieta y por fórmula.

### Análisis estadístico

Los resultados se analizaron estadísticamente empleando el análisis de variancia y la Prueba de Duncan (Snedecor, y Cochran, 1967). Se consideró diferencia significativa a la probabilidad menor de un 5% ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presenta los resultados del análisis proximal de las variedades de fréjoles crudos. Al comparar el contenido de proteína de las variedades entre sí, los mayores valores se encontraron en las variedades Tórtola y Orfeo-INIA, correspondiendo el más alto a la variedad Tórtola-INIA. Por otra parte, la variedad Coscorrón Granado-INIA presentó un ligero aumento en el contenido de proteína, en comparación con el Coscorrón Corriente (20,5 g y 19,5 g/100 g, respectivamente). Al comparar estos resultados con los valores para fréjol presentados en la Tabla de composición química de los alimentos chilenos (Schmidt-Hebbel y Pennacchiotti, 1985): proteína 20,6, humedad 13,3, fibra cruda 4,0, extracto etéreo 1,6 y cenizas 3,2 g/100 g, los rangos de valores para cada nutriente de las variedades estudiadas son semejantes a los valores tabulados. El análisis proximal del producto cocido, secado y molido (Cuadro 2), presenta una disminución

**CUADRO 1. Análisis químico proximal de variedades de fréjoles crudos (g/100 g)****TABLE 1. Chemical analysis of bean cultivars (g/100 g)**

Muestra	Humedad	Grasa	Fibra Cruda	Proteína (N x 6,25)	Cenizas	CHO*
Tórtola Diana	11,7	0,9	4,5	21,1	3,4	58,4
Tórtola Corriente	11,2	0,8	4,5	21,9	3,3	58,3
Tórtola-INIA	11,1	1,0	4,4	22,7	3,7	57,1
Fleetwood	12,1	1,9	4,3	20,0	3,8	57,9
Arroz-3	11,9	1,8	4,4	20,3	3,9	57,7
Negro Argel	11,8	1,6	3,8	19,4	3,6	59,8
Orfeo-INIA	11,5	1,4	3,7	22,2	3,8	57,4
Blanco-INIA	11,6	1,2	4,2	19,8	3,6	59,6
Pinto 114	11,7	1,0	4,0	20,0	3,4	59,9
Coscorrón						
Granado-INIA	11,2	1,2	4,8	20,5	3,7	58,6
Coscorrón						
Corriente	11,5	1,2	4,6	19,5	3,7	59,5

\*Carbohidratos por diferencia.

**CUADRO 2. Análisis químico proximal de variedades de fréjoles cocidos y secos (g/100 g)****TABLE 2. Chemical analysis of cooked and dried beans cultivars (g/100 g)**

Muestra	Humedad	Extracto Etéreo	Proteína (N x 6,25)	Cenizas
Tórtola Diana	10,3	1,2	22,4	2,9
Tórtola Corriente	9,7	1,3	22,6	3,0
Tórtola-INIA	10,1	1,0	24,7	3,4
Fleet Wood	9,3	2,0	21,2	3,4
Arroz 3	10,1	2,1	20,6	2,9
Negro Argel	10,3	2,1	21,2	2,8
Orfeo-INIA	8,9	1,8	23,9	3,2
Blanco-INIA	9,9	1,5	21,1	3,5
Pinto-INIA	10,4	1,5	20,1	3,4
Coscorrón-INIA	9,5	1,3	20,5	3,4
Coscorrón Corriente	9,7	1,3	21,9	2,9

en el contenido de humedad, pero el orden de magnitud de la cantidad de proteína es semejante a las variedades en estado crudo.

En los resultados del estudio biológico (PER), de las variedades analizadas (Cuadro 3), se puede apreciar que existen diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en la ganancia de peso promedio de las ratas alimentadas con las distintas variedades. De las variedades con mayor contenido de proteína en crudo, sólo Tórtola-INIA presentó una mayor ganancia de peso comparable con la caseína.

Las otras variedades que presentan una ganancia de peso comparable, son las dos variedades de Coscorrón y Blanco-INIA. Cabe destacar que entre las menores ganancias de peso está la variedad Orfeo-

INIA que presenta uno de los contenidos mayores de proteína. Con respecto a los valores de PER, sólo dos de ellos difirieron significativamente, encontrándose que la variedad Negro Argel presenta el valor más bajo, seguido de la variedad Pinto 114. En el resto de las variedades, los valores fluctuaron entre 1,79 a 2,03, correspondiéndole el valor más alto a la variedad Arroz-3. Los valores de PER, de todas las variedades de fréjoles estudiados, fueron significativamente inferiores al valor de la caseína que se usó como control ( $P \leq 0,05$ ) (Pak y Barja, 1968 y 1974).

Los resultados del estudio biológico, realizado en estas variedades de fréjol, en general, coinciden con hallazgos previos de Sgarbieri (1989) y Khan (1979). Pero al analizar individualmente las distintas variedades estudiadas, existen discrepancias, como, por ejemplo, el

**CUADRO 3. Calidad biológica (PER) de la proteína de diferentes variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)\*****TABLE 3. Biological Quality (PER) from several beans cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Variedades de fréjol	Ganancia de peso (g)	Ingesta (g)	PER
Tórtola Diana	44,8 ± 7,7 b	233,0 ± 13,5 ac	1,91 ± 0,2 b
Tórtola Corriente	45,0 ± 8,1 b	22,5 ± 39,5 ac	1,94 ± 0,8 b
Tórtola-INIA	61,6 ± 6,0 ac	289,1 ± 10,1 acd	1,99 ± 0,2 b
Fleet Wood	40,5 ± 11,2 b	219,1 ± 35,8 ac	1,79 ± 0,3 b
Arroz 3	44,6 ± 7,4 b	218,1 ± 18,0 ace	2,03 ± 0,2 a
Negro Argel	33,8 ± 8,5 c	206,1 ± 26,3 bdef	1,67 ± 0,2 bc
Orfeo-INIA	39,1 ± 7,5 bc	209,8 ± 32,0 acf	1,90 ± 0,2 b
Blanco-INIA	50,1 ± 12,8 ab	254,0 ± 40,1 ac	1,90 ± 0,3 b
Pinto-INIA	38,3 ± 8,9 b	198,5 ± 43,5 acf	1,72 ± 0,2 bd
Coscorrón -INIA	58,6 ± 9,4 ac	284,6 ± 21,9 acd	1,92 ± 0,2 b
Coscorrón Corriente	53,1 ± 5,8 ac	284,5 ± 11,5 acd	1,99 ± 0,2 b
Caseína	57,5 ± 6,1 a	233,6 ± 14,2 a	2,48 ± 0,2 a

\*Las letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

PER: Razón de Eficiencia Proteica.

análisis de las variedades de fréjol: Rico 23, Rosinha-G2, Carioca, Pirata 1, estudiadas por Sgarbieri, Antúnez y Almeida, (1979) y por Sathe, Deshpande y Salunkhe (1984), que presentan un PER relativo de 38,8; 25,0; 22,1 y 32,9%, respectivamente. Estos resultados son bastante más bajos que los PER relativos de las variedades mejoradas del presente estudio, que fluctuaron entre 79,0 y 81,0%.

Por otra parte, los resultados de estudios biológicos en fréjoles blancos (FAO, 1970), revelan valores de PER de

1,65, que sí son comparables a las variedades chilenas analizadas.

De los resultados encontrados en esta investigación, se puede concluir que el contenido de proteína de las nuevas variedades de fréjol, es comparable a la de los fréjoles tradicionales, así como también su calidad biológica. Por esta razón, estas variedades son apropiadas desde el punto de vista nutricional, y, considerando las características agronómicas favorables de las nuevas variedades de fréjol, es aconsejable extender su cultivo y fomentar su consumo.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la composición química y el valor biológico de diferentes variedades mejoradas de fréjoles cultivadas en nuestro país. Las muestras de fréjoles analizadas fueron producidas por el Programa de Leguminosas de Grano del INIA y corresponden a las siguientes variedades: Tórtola-Diana, Tórtola-INIA, Fleetwood, Negro Argel, Orfeo-INIA, Blanco-INIA, Pinto 114, Arroz-3 y Coscorrón Granado-INIA, incluyéndose como testigo a las variedades Tórtola Corriente, y Coscorrón Corriente. Este material en estudio se analizó químicamente, en crudo y en cocido, según la AOAC (1980), y su calidad biológica se midió en muestra cocida, utilizando el método de la Razón de Eficiencia Proteica (PER). El análisis químico de los materiales en crudo reveló los siguientes promedios (g/100 g): humedad, 11,6; extracto etéreo, 1,3; fibra cruda, 4,3; proteína, (N x 6,25), 20,7; cenizas, 3,6 e hidratos de carbono (por diferencia), 58,6. Los resulta-

dos del estudio biológico indican que existe diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en la ganancia de peso de las ratas y la ingesta en las distintas variedades estudiadas; en cambio, en los valores de PER sólo dos muestras difieren significativamente entre sí, Negro Argel y Pinto 114,  $1,67 \pm 0,22$  y  $1,72 \pm 0,23$ , respectivamente ( $P \leq 0,05$ ). El valor más alto de PER, lo presentó la variedad Arroz 3 ( $2,03 \pm 0,30$ ). Al comparar estos resultados con la dieta testigo de caseína, la diferencia fue estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ). De los resultados anteriores se concluye que el contenido de proteína de las nuevas variedades es comparable a la de los fréjoles tradicionales, siendo también comparable su calidad biológica.

**Palabras claves:** Composición química, valor biológico, variedades mejoradas, fréjol.

## LITERATURA CITADA

- AESCHLIMANN, J., ALVAREZ, M., CAFATI, C., OBRADOR, J., QUIROZ, C., RAMIREZ, O., SOTOMAYOR, I., TAPIA, F. y TOSSO, J.. 1979. El cultivo del fréjol. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Est. Exp. La Platina (Santiago). Boletín Divulgativo Nº 52. 38 p.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis of the AOAC. W. Horwitz (ed.). The Association. 13th. ed. Washington, D. C. Washington, EUA. p.: 1.018.
- AYKROYD, W.R. and DOUGHTY, J., 1982. Las leguminosas en la nutrición humana. Roma: FAO (FAO: Alimentación y Nutrición. Nº 20) p.: 32.
- BASCUR B., GABRIEL. 1986. Análisis de las principales variedades de frejol en Chile y aspectos de su manejo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. IV Seminario Nacional de leguminosas de grano. Santiago, Chile. Publicación Miscelánea Agrícola 16: 7-34.
- BRESSANI, RICARDO. 1973. Legumes in human diets and how they might be improved. Milner M. (Comp.) In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. New York: Protein Advisory Group of the United Nations System.
- BRESSANI R., ELIAS L. G. y DE ESPAÑA M. E. 1981. Posibles relaciones físicas, químicas y nutricionales en fréjol común (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Latinoamer. Nutr. 31(3): 550-570.
- CHAPMAN, D.R., CASTILLO, R., and CAMPBELL, J.A. 1959. Evaluation of protein in foods. 1. A method for the determination of protein efficiency ratio. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 679-686.
- DESSERT, K. 1983. Documentation of methodologies for routine screening of quality characteristics of *Phaseolus vulgaris* materials at CIAT. Food Quality and Nutrition Laboratory CIAT, Cali, Colombia.
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1978. Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. Roma, Italia. p.: 123.
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1970. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma, Italia. p.: 215.
- HERRERA, M., GUIDO y BASCUR, B. GABRIEL. 1986. Bases del Programa de mejoramiento genético del poroto en el INIA. Agricultura Técnica (Chile) 46: 203-207.
- JANSEN, G.R. 1973. Aminoacid supplementation of common beans and other legumes. In: Jaffé W, (ed). Proceeding of a meeting held in Ribeirao Preto, Brasil. p.: 217-232.
- KHAN, M.A., JACOBSEN, I., and EGGUM O.B. 1979. Nutritive value of some improved varieties of legumes. J. Sci. Food Agric. 30 p.: 395-400.
- MINISTERIO DE SALUD, CHILE. 1976. Encuesta sobre el estado nutricional de la población chilena. Julio 1974-Junio 1975. Santiago, Chile.
- ODEPA - Oficina de Planificación Agrícola, Chile. 1988. Seminario: Política Agrícola y Desarrollo Futuro del Sector. Cultivos Anuales, Santiago, Chile.
- PARADA, P. 1983. Antecedentes sobre producción de leguminosas de grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Est. Exp. Quilamapu, III Seminario de Leguminosas de grano. Chillán. p.: 1-39.
- PAK, N. y BARJA, I. 1968. Valor nutritivo de leguminosas crudas y precocidas. Nutr. Bromatol. Toxicol. 7: 55-62.
- PAK, N. y BARJA, I. 1974. Valor nutritivo de cuatro variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas en Chile. Análisis comparativo con leguminosas de importancia en la alimentación chilena. Arch. Latinoamer. Nutr. 24: 495-505.
- PENNACCHIOTTI, I. y SCHMIDT-HEBBEL, H. 1968. Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas. Arch. Latinoamer. Nutr. 18: 233-244.
- SATHE, S.K., DESHPANDE, S.S., and SALUNKHE, D.K. 1984. Dry beans of phaseolus. A Review Part I. Chemical Composition: Proteins. CRC. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 20(1): 1-71.
- SCHMIDT-HEBBEL, H. y PENNACCHIOTTI, I.. 1985. Tabla de composición química de los alimentos chilenos. Univ. de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago, Chile. p.: 19.
- SGARBIERI, U.C., ANTUNES, P.C. and ALMEIDA, L.D. 1979. Nutritional evaluation of four varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. of Food Science 44 p.: 1.306-1.380.
- SGARBIERI, V.C. 1989. Composition and nutritive value of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) In: Bourne G.H. (ed). Nutritional value of cereal products, beans and starches. World Rev. Nutr. Diet, Basel, Karger. 60: 132-198.
- SNEDECOR, G.W. and COCHRAN, W.G. 1967. Statistical Methods. Sixth Ed. Ames Iowa. The Iowa States University Press.
- UNU-Universidad de las Naciones Unidas, 1980. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Pellet, P.L. and Yung, U.R. (ed.). Tokyo, Japón. p.: 115.