

Universidad Nacional Agraria La Molina

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DE 4 VARIEDADES MEJORADAS DE FRIJOL

Haydeé Cárdenas Quintana,¹ Carlos Gómez Bravo,² Jeanette Díaz Novoa³ y Félix Camarena Mayta⁴

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos al evaluar el contenido nutricional de 4 variedades mejoradas y 1 variedad comercial de frijoles. Para el procedimiento de obtención de harina de frijol en 1 caso se utilizaron muestras sometidas a cocción conjuntamente con el agua de remojo y en otro caso se descartó. La determinación de nutrientes se realizó según técnicas oficiales. La calidad proteica de frijoles se determinó en ratas mediante la digestibilidad aparente, valor biológico aparente y razón proteica neta. El contenido de nutrientes de harina de frijol no presentó diferencias notorias en muestras con agua de remojo o sin ella. Los valores promedio de digestibilidad considerando y descartando el agua de remojo fueron 63,9 y 68,7 % respectivamente. Los valores promedio del valor biológico y la razón proteica neta considerando el agua de remojo fueron 55 % y 2,9, respectivamente. Nuestros resultados demuestran que las variedades de frijoles mejoradas presentan ligeras modificaciones en su calidad proteica, así como en sus efectos antinutricionales.

Descriptor DeCS: LEGUMBRES; PROTEINAS DE PLANTAS/análisis; CULINARIA/métodos; HARINA/análisis.

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) constituye la leguminosa que ha sido objeto de más estudio en América Latina, por ser la fuente principal de proteína, así como por formar parte importante de los hábitos alimentarios de la población. Su importancia alimenticia, entre otros, se debe al menor costo de su proteína en relación con la proteína de origen animal.

En el Perú, el frijol es considerado uno de los cultivos de mayor importancia en la producción de alimentos básicos para la población, así como el de mayor interés económico por ser cultivado en regiones templadas y tropicales.

El atributo nutricional más importante de las leguminosas es su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por

¹ Magister Scientiae en Nutrición. Investigadora Asociada.

² Ph.D. en Nutrición Animal. Profesor Principal D.E.

³ Licenciada en Nutrición. Tesista de Maestría.

⁴ Dr. Sc. Agrónomas. Profesor Principal D.E.

cereales, pero dicho efecto está limitado por la deficiencia de aminoácidos azufrados y por los llamados factores antinutricionales. En consecuencia, estos factores limitantes son de importancia por su origen genético y por tanto, se consideran prioritarios en los diversos programas de mejoramiento genético.

El Programa de Investigación de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), tiene diversos proyectos referentes al mejoramiento genético de leguminosas, entre los cuales, ocupa un lugar principal la obtención de variedades mejoradas en su calidad agronómica, donde además resulta prioritario la investigación de la calidad nutricional, así como la presencia de los factores antifisiológicos en las variedades mejoradas.

En consecuencia, el principal objetivo de la presente investigación fue comparar el valor de la calidad proteica de variedades mejoradas de frijol y evaluar el efecto de los factores antinutricionales contenidos en el agua de remojo, sobre el valor nutritivo de la proteína.

MÉTODOS

Se estudiaron 4 variedades mejoradas de frijol: BULK 1H, BULK 2H, G35100, ANC 034. Se utilizó un control correspondiente a 1 variedad comercial CANARIO 2000. Las muestras fueron cosechadas en el Departamento de Ancash (a 90 m sobre el nivel del mar) y obtenidas del Programa de Leguminosas y Oleaginosas de la UNALM, Lima. Las muestras se remojaron 8 h y luego se sometieron a cocción, evaluando el cocimiento en forma manual; seguidamente los granos fueron secados a 45 °C y molidos.

El procedimiento de obtención de harina de frijol fue en un caso con muestras sometidas a cocción conjuntamente con el agua de remojo utilizada y en el otro caso

descartándola. La determinación del contenido de nutrientes se realizó según las técnicas tradicionales descritas por la AOAC.¹ La calidad biológica de la proteína de las harinas de frijol se evaluó en las muestras que incluyeron el agua de remojo en la cocción. Se utilizaron ratas en crecimiento de la raza Holtzman de la colonia de la UNALM. Se empleó el método de digestibilidad aparente (DAP) de acuerdo con *Pellet*.² Para efectos comparativos, esta prueba fue también realizada en las muestras de harina de frijol sin el agua de remojo.

Las raciones fueron preparadas sobre la base del análisis proximal de cada una de las variedades de frijoles y según los requerimientos de los animales. Se elaboraron raciones isocalóricas e isoproteicas a un nivel del 10 % de proteína total. Para la determinación del valor biológico aparente (VBAP) se aplicó lo indicado por *Thomas y Mitchell* (citados por *Munro*).³

Para evaluar la calidad de la proteína de frijol se empleó el método de la razón proteica neta (NPR), descrito por *Pellet y Young*.⁴

En el análisis de resultados de los ensayos biológicos se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones para cada uno. Las medias se compararon por el método de los recorridos múltiples de Duncan a un nivel de significación del 5 %.

RESULTADOS

El contenido de nutrientes de las variedades de frijoles se presenta en la tabla 1. Se pueden observar valores similares en las diferentes variedades evaluadas, incluida la variedad comercial CANARIO 2000, tanto en muestras que fueron analizadas con inclusión del agua de remojo o no. Estos valores hallados concuerdan con los estudios de otros investigadores.^{5,6}

En la tabla 2 se detallan los resultados de la evaluación de la calidad proteica

TABLA 1. Resultados promedio del análisis químico proximal de harinas de frijol (g/100 g) en base seca (BS)

	BULK 1H		BULK 2H		G35100		ANC 034		CANARIO 2000	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
Proteína total	22,9	20,2	19,5	18,5	26,3	25,1	23,3	25,0	21,1	24,7
Extracto etéreo	2,4	3,1	2,3	2,4	1,1	1,5	1,8	2,1	1,6	1,9
Fibra cruda	5,8	5,4	6,7	5,9	5,3	5,8	4,0	4,3	4,4	4,9
Cenizas totales	4,6	4,5	4,8	4,9	4,3	4,3	3,9	3,6	3,9	3,5
Extracto libre de nitrógeno	64,1	66,6	66,7	68,1	62,7	63,1	66,7	64,7	68,9	64,8

(A): muestras de frijol analizadas considerando en la cocción el agua de remojo; (B): muestras de frijol analizadas descartando en la cocción el agua de remojo.

TABLA 2. Resultados de la digestibilidad aparente (DAp), valor biológico (VBAp) y razón proteínica neta (NPR) de la proteína de variedades de frijoles

Variedades de frijol	DAp (%)	DAp (%)	VBAp (%)	NPR
	$\bar{X} \pm DE$ (A)	$\bar{X} \pm DE$ (B)	$\bar{X} \pm DE$ (A)	$\bar{X} \pm DE$ (A)
CANARIO 2000	68,99 \pm 6,18 ^a	74,66 \pm 2,38 ^a	50,12 \pm 11,19 ^a	3,20 \pm 0,22 ^a
ANC 034	69,82 \pm 8,13 ^a	70,73 \pm 4,29 ^a	60,30 \pm 18,11 ^a	2,37 \pm 0,38 ^a
G 35100	65,94 \pm 3,67 ^a	70,83 \pm 2,60 ^a	47,45 \pm 13,90 ^a	3,08 \pm 0,42 ^a
BULK 1H	64,95 \pm 7,23 ^a	64,74 \pm 3,98 ^a	57,08 \pm 10,83 ^a	3,67 \pm 0,40 ^a
BULK 2H	54,90 \pm 3,89 ^b	62,86 \pm 4,36 ^b	51,42 \pm 12,41 ^a	2,63 \pm 0,42 ^a
Promedio	63,92	68,76	53,27	2,99

En las columnas las letras diferentes indican diferencias de significación estadística ($p < 0,05$). (A): las muestras de harina de frijol se analizaron considerando el agua de remojo empleada; (B): las muestras de harina de frijol se analizaron descartando el agua de remojo empleada.

de las variedades de frijoles. Referente a la DAp se pueden apreciar los resultados comparativos de las muestras con inclusión de agua de remojo o sin ella. En todos los casos se observó menores valores promedio de las muestras analizadas con el agua de remojo, en comparación con los valores en que se descartó dicha agua. En este mismo análisis los resultados de DAp de las muestras que consideran el agua de remojo, no presentan diferencias estadísticamente significativas con los valores de la variedad comercial CANARIO 2000, con excepción de la variedad BULK 2H.

La tabla 2 expone los resultados del VBAP de las variedades mejoradas de frijoles, en muestras que consideran el agua de remojo. El valor promedio obtenido de 53 % es similar a valores obtenidos para otros "cultivares".⁷ Estos resultados no mostraron diferencias significativas entre las variedades investigadas. La calidad nutricional de las variedades medidas por el NPR presentaron valores con diferencias estadísticas significativas entre ellas, pero el valor promedio hallado superó a los resultados de otros investigadores.⁸⁻¹⁰

Según el análisis de los resultados de la digestibilidad de las muestras, las varie-

dades analizadas que incluyeron el agua de remojo, no obstante presentar valores disminuidos, mostraron un consumo promedio de alimentos mayor al consumo promedio de las variedades que se analizaron sin el agua de remojo (tabla 3). Asimismo, se registraron diferencias significativas en el consumo de las variedades de frijoles tanto en las muestras en que se consideró o no el agua de remojo.

DISCUSIÓN

Los resultados de la composición proximal de las harinas de frijoles son típicos de los "cultivares" de *Phaseolus vulgaris*, es decir, con un bajo contenido de grasa, alto contenido de carbohidratos y contenido medio de proteínas.⁷ Las ligeras variaciones que se observan en el contenido de nutrientes *per se* podrían deberse a factores como la inclusión del agua de remojo o no, las variaciones manuales en la aplicación de metodologías de análisis, o tal vez a que las muestras provinieron de diferentes cosechas, donde el campo de cultivo y demás características agronómicas

estarían de alguna manera influyendo en los resultados.

Haciendo un análisis del valor disminuido de DAp de las variedades cuando se incluye el agua de remojo, podríamos afirmar que dicho caldo de cocción proveniente del agua de remojo tendría un efecto adverso sobre el valor nutritivo de los frijoles, expresado tal vez en la presencia de algunas sustancias que impiden que la proteína del frijol sea digerible en el tracto gastrointestinal. Esta reducción de la digestibilidad de la proteína posiblemente se deba al hecho de que parte de los taninos se transfieren al caldo y, por tanto, ocurriría una mayor interacción proteína-taninos.^{6,11} Por otro lado, es interesante mencionar que estos hallazgos concuerdan con otras investigaciones que reportaron una reducción del valor nutritivo de frijoles evaluado con el agua de remojo.^{8,12}

Los hallazgos del consumo alimentario incrementado por parte de las ratas que se alimentaron con variedades que incluyeron el agua de remojo en la cocción, indicarían que estando presente en el caldo de remojo los factores antifisiológicos, éstos no estarían afectando la palatabilidad del

TABLA 3. Resultados promedio del consumo de alimento y ganancia de peso de la prueba de digestibilidad aparente (DAp) de la proteína de variedades de frijoles

Variedades de frijol	Consumo de alimento (g)		Ganancia de peso (g)		_DAp (%)	
	(A)	(B)	(A)	(B)	X ± DE (A)	X ± DE (B)
CANARIO 2000	63,26 ^a	35,78 ^{b,c}	11,43 ^a	4,63 ^c	63,99 ± 5,18 ^a	74,66 ± 2,38 ^a
ANC 034	45,15 ^c	32,18 ^c	5,05 ^b	2,12 ^d	69,82 ± 6,13 ^a	70,73 ± 4,29 ^a
G 35100	46,63 ^c	38,21 ^{b,c}	6,36 ^b	6,13 ^{b,c}	65,94 ± 3,67 ^a	70,83 ± 2,60 ^a
BULK 1H	44,97 ^c	47,02 ^a	7,41 ^b	9,43 ^a	64,95 ± 7,23 ^a	64,74 ± 3,98 ^b
BULK 2H	56,62 ^b	40,66 ^b	6,36 ^b	7,60 ^{a,b}	54,90 ± 3,89 ^b	62,86 ± 4,36 ^b
Promedio	51,32	38,77	7,32	5,98	63,92	68,76

En las columnas las letras diferentes indican diferencias de significación estadística ($p < 0,05$). (A): las muestras de harina de frijol se analizaron considerando el agua de remojo empleadas; (B) las muestras de harina de frijol se analizaron descartando el agua de remojo empleada.

alimento y que en todo caso el resultado disminuido de los valores de digestibilidad también pudieron deberse a este consumo incrementado de alimentos, que implícitamente indicaría también alto consumo de fibra dietaria que tendrían estas muestras investigadas; como sería por mencionar, el caso de la variedad BULK 2H que presentó valores de fibra cruda mayores que las otras variedades investigadas y en consecuencia, se apreció una menor digestibilidad de la proteína en comparación a las otras variedades. Esto confirmaría las afirmaciones mencionadas por *Bressani*³ con respecto a otra posible explicación de digestibilidad disminuida, constituida por el alto consumo de fibra dietética de las dietas a base de leguminosas, lo que ocasionaría una disminución significativa de la absorción de nutrientes en general.

Es importante resaltar el valor de digestibilidad obtenido por las variedades ANC 034, G35100, BULK 1H que no obstante considerar el agua de remojo, no presentaron diferencias significativas con la variedad comercial CANARIO 2000; por tanto, sería necesario tomar en cuenta estos resultados como valor predictivo de calidad nutricional para los trabajos de mejoramiento genético.

En cuanto a los resultados del valor biológico, a pesar de no tener diferencias estadísticamente significativas con el valor de la variedad comercial CANARIO 2000, se observa que las variedades ANC 034 y BULK 1H presentaron valores promedio superiores a la muestra comercial CANARIO 2000 en el 9 y 18 % respectivamente. Es importante remarcar que el alto valor biológico logrado por la variedad BULK 1H se corroboró con el valor destacado en la prueba del NPR.

Los resultados del NPR presentaron valores con diferencias estadísticamente

significativas del valor de CANARIO 2000 (con excepción de BULK 1H); estos resultados parecieran indicar que sólo la variedad BULK 1H mantiene la calidad proteínica de la variedad comercial y que las demás variedades presentan un valor de NPR disminuido en comparación a la variedad comercial. Pero, es destacable el valor promedio superior logrado por estas variedades que superan a los hallazgos reportados por otros investigadores, en efecto, el valor promedio reportado en la presente investigación fue de 2,99, que representa el 57 % más que lo informado por *Bressani y Elías*,⁹ 43 % más que lo reportado por *Bressani y otros*³ y 37 % más que lo reportado por *Amaya y otros*.⁸ Una probable explicación podría ser que estos investigadores evaluaron la calidad proteica de variedades que no fueron mejoradas genéticamente, en contraste con la presente investigación.

Otro aspecto de interés han informado *Bressani y Elías*,⁹ indicando que el valor proteínico de los frijoles expresado por la digestibilidad y el NPR, está relacionado también con el color del grano, e indican que los frijoles blancos contienen menos taninos que los granos coloreados y por tanto, presentan mejor calidad proteínica que los granos rojos, color café o negros. En consecuencia, en la presente investigación también se pudo confirmar estos hallazgos, como lo indica el valor destacado logrado por la variedad de grano blanco BULK 1H tanto en el valor biológico como en el NPR.

Nuestros resultados demostrarían que la calidad proteica de las variedades mejoradas son variables, que dependen del método de evaluación que se utilice. Pero en términos generales las variedades mejoradas presentan similar calidad proteica que la variedad comercial, con algunas excepciones como es el caso de la

BULK 2H, que presentó valores disminuidos frente a la variedad comercial.

En todo caso, los datos presentados y discutidos en este trabajo permiten indicar que las variedades mejoradas presentan modificaciones ligeras en el valor de la calidad proteica, así como en los efectos antifisiológicos demostrados en la absor-

ción y retención de proteína de las pruebas biológicas. En consecuencia, la investigación nos permitiría sugerir que la evaluación biológica de la calidad proteica debería ser importante considerarla como un indicador de control de calidad nutricional dentro de un programa de mejoramiento genético.

SUMMARY

The results obtained on evaluating the nutritional content of 4 improved varieties and 1 commercial variety of beans are presented. To obtain bean flour, samples cooked together with the soaking water were used in one case, whereas in the other case it was discarded. Nutrients were determined by official techniques. The protein quality of beans was found out in rats by apparent digestibility, apparent biological value and net protein ratio. The content of nutrients of bean flour did not show significant differences in samples with and without soaking water. The average values of digestibility considering and discarding soaking water were 63.9 and 68.75%, respectively. The mean values of the biological value and the net protein ratio, taking soaking water into account, were 55% and 2.9, respectively. Our results prove that the improved varieties of beans show mild modifications in their protein quality, as well as in their antinutritional effects.

Subject headings: LEGUMES; PLANT PROTEINS/analysis; COOKERY/methods; FLOUR/analysis

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 14 ed., Arlington VA:AOAC;1984.
2. Peller P. Protein quality evaluation revised. Food Technol 1978;5:60-79.
3. Munro H. Historical Introduction. En: Munro HN, ed. Mammalian protein metabolism. Vol.1. New York and London:Academic Press; 1964:22-9.
4. Pellet P, Young VR. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Bol Universidad Naciones Unidas 1980;113-28.
5. Yañez E, Wulf H, Cafati C, Acevedo G, Rebeco V. Fortificación del pan con harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) II. Valor nutritivo del pan fortificado. Arch Lat Nutr 1989;39:620-30.
6. Bressani R. Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estos provocan en la digestibilidad de la proteína. Arch Lat Nutr 1991;41:568-81.
7. Coelho R, Sgarbieri VC. Nutritional evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris*) protein *in vivo* versus *in vitro* procedure. J Food Biochem 1995;18:297-309.
8. Amaya H, Acevedo E, Bressani R. Efecto del recalentamiento sobre la disponibilidad de hierro y el valor nutritivo de la proteína del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) cocido. Arch Lat Nutr 1991;41:222-37.
9. Bressani R, Elias LG. Relación entre la digestibilidad y el valor proteínico del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Arch Lat Nutr 1984;34:189-97.
10. Bressani R, Elias L, De España M. Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Arch Lat Nutr 1981;31:550-70.
11. Price ML, Butler LG. Tannins and nutrition. Agric Exp Sta Bull 1980;2722.
12. Elias L, De Fernández DG, Bressani R. Studies on the possible effects of seed coat pigments of beans on the nutritional value of its protein. Presented at The Institute of Food Technologists. 36th. Annual Meeting Held at Anaheim, California. 1976.
13. Bressani R. Papel de los granos leguminosos comestibles tropicales en los alimentos y la nutrición. En: Vargas R, León A, Escobar A, ed. Canavalia Ensiformis. Táchira:1991:21-41.

Recibido: 26 de noviembre de 1999. Aprobado: 6 de diciembre de 1999.
Haydée Cárdenas Quintana. Paseo de la República 291-806, Lima, Perú.