

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE VARIETADES *Phaseolus vulgaris* CULTIVADAS EN VENEZUELA

Marisela Granito*, Julieta Guinand** y Delis Pérez**

RESUMEN

Phaseolus vulgaris es una importante fuente de nutrimentos que además forma parte de los hábitos alimenticios de la población venezolana. En Venezuela existen las condiciones climáticas y agronómicas para su cultivo, sin embargo, para poder cubrir la demanda de este alimento hay que recurrir a las importaciones. A fin de minimizar esta dependencia, es necesario tomar una serie de medidas, entre otras el desarrollo de semilla certificada y de calidad. El objetivo de este trabajo fue la caracterización química y nutricional, de semillas de caraota genéticamente mejoradas, provenientes del banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) Maracay. Nueve variedades de *P. vulgaris* fueron analizadas en cuanto a humedad, proteína, grasa, cenizas, minerales y polifenoles siguiendo las metodologías descritas en el AOAC. Para la determinación de almidones totales y disponibles se utilizó la metodología descrita por Holm *et al.*; para los almidones resistentes la de Champ *et al.* y taninos por Naczek *et al.* Se encontraron valores promedios de humedad de 9,72%, proteína 29,25%, grasa 2,44% y cenizas de 4,35%. Respecto a los minerales se cuantificaron calcio (197,86 mg 100gbs⁻¹), sodio (67,56 mg 100gbs⁻¹), magnesio (219,49 mg 100gbs⁻¹), hierro (6,02 mg 100gbs⁻¹), fósforo (546,75 mg 100gbs⁻¹), potasio (1 436,11 mg 100gbs⁻¹), zinc (2,62 mg 100gbs⁻¹), almidón total (43,88%), almidón disponible (38,99%), almidón resistente (25,48%), polifenoles (846 mg 100gbs⁻¹) y taninos (40,91 mg 100gbs⁻¹). De los resultados encontrados se puede concluir que existe una gran variabilidad tanto en nutrimentos como en componentes bioactivos entre las variedades analizadas y que éstas podrían representar una importante fuente de nutrimentos para la dieta del venezolano.

Palabras Clave: Caraota; *Phaseolus vulgaris*; composición; química; nutricional.

* Profesor. Universidad Simón Bolívar. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Apdo. 1090A. Caracas. Venezuela.

** Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Zona Universitaria. Av. Universidad, vía El Limón. Apdo. 4653. Maracay, estado Aragua. Venezuela.

RECIBIDO: febrero 20, 2006.

CHEMICAL AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF VENEZUELAN *Phaseolus vulgaris* CULTIVATED VARIETIES

Marisela Granito*, Julieta Guinand* y Delis Pérez**

SUMMARY

Phaseolus vulgaris is an important source of nutrients that is part of the staple diet of the Venezuelan population. Although there are adequate agroclimatic conditions for its growth in the country, Venezuela must import this foodstuff to meet the demand. The reasons for this fact are multiple, among which, the lack of certified and quality seeds could be pointed out. The objective of this work was the chemical and nutritional characterization of genetically improved black beans from the germplasm bank of the Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), Maracay. Nine varieties of *P. vulgaris* were analyzed regarding moisture, protein, fat, ash, minerals and polyphenol, following the methodologies described in the AOAC. To determine total and available starch the methodology of Holm *et al.*, was used, for resistant starch Champ *et al.* was applied and tannins were determined by Naczek *et al.* Average values found were of 29,95% for protein, 2,44% for fat, 4,35% for ash, 43,88% of total starch, 38,99% of available starch, 25,48% of resistant starch, 846 mg 100gbs⁻¹ of polyphenols and 40,91 mg 100gbs⁻¹ of tannins. From these results, it was concluded that among the varieties characterized, there is a great variability of both nutrients and bioactive components, which suggests an important source of nutrients that may contribute to the diversification of the diet of Venezuelans.

Key Words: *Phaseolus vulgaris*; chemical composition; nutritional composition.

* Profesor. Universidad Simón Bolívar. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Apdo. 1090A. Caracas. Venezuela.

** Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Zona Universitaria. Av. Universidad, vía El Limón. Apdo. 4653. Maracay, estado Aragua. Venezuela.

RECIBIDO: febrero 20, 2006.

INTRODUCCIÓN

Las “caraotas negras”, como se le conoce a los frijoles negros, *Phaseolus vulgaris* en Venezuela, constituyen un componente fundamental en la dieta de muchas poblaciones y su valioso contenido en proteínas, minerales como el hierro, calcio y zinc, polifenoles, α -galactósidos y fibra soluble, hacen de ellas un alimento beneficioso para la salud (Granito *et al.*, 2002; Champ, 2002).

En Venezuela, las caraotas negras forman parte importante de los hábitos alimenticios de la población siendo en orden de consumo el sexto alimento más consumido; se consumen aproximadamente 20g por persona/día. (Mercado y Lorenzana, 2000). El uso de la caraota en Venezuela es básicamente en forma de grano integral en numerosos platos como el típico “Pabellón criollo”, las “caraotas refritas”, entre otros. La elevada demanda y la poca producción interna de este rubro hace necesario recurrir a la importación para satisfacer las necesidades de consumo (MAC, 2000), sin embargo, son varias las zonas del país donde las condiciones climáticas favorecen la siembra de caraotas negras, por lo que es importante contar con semilla certificada de buena calidad e incentivos financieros, que hagan de este cultivo un rubro atractivo para comercializar.

El objetivo de esta investigación fue cuantificar la composición química y nutricional de variedades mejoradas de caraota del banco de germoplasma del INIA, a fin de identificar fuentes de alta calidad nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron nueve variedades de *P. vulgaris* (NAG-Sanare, NAG-75, MGM-0802010, MDG-01-99-014, AB-02-01-010, MEM-01-00-028, MEM-03-02-002, MEM-01-00-006, MEM-03-01-013) suministradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA-Maracay).

Preparación de las muestras

La toma de muestra se realizó siguiendo la metodología expuesta en la Norma Covenin N° 0612-82 (COVENIN, 1982). Las muestras crudas se molieron en un molino Marca Analizar, Modelo MC-II; posteriormente

se cernieron utilizando un tamiz de 40 mesh para los análisis de humedad, proteínas, grasa, cenizas y minerales y de 80 mesh para polifenoles y taninos.

Métodos analíticos

Todos los análisis se realizaron por triplicado

Humedad: La determinación de humedad se realizó utilizando la metodología por pérdida de peso indicada en la norma Covenin N° 1153-80 (COVENIN, 1980).

Proteína Total: El contenido de nitrógeno total fue determinado de acuerdo al método 960.52 (AOAC, 1990), utilizándose un factor de conversión de 6,25.

Grasa: método 920.39 (AOAC, 1990).

Cenizas: método 923.03 (AOAC, 1990).

Determinación de minerales: los minerales analizados fueron: calcio, sodio, magnesio, hierro, fósforo, potasio y zinc. Se determinaron utilizando Espectroscopía de Emisión Atómica con un equipo Ar Spectroflame D (Ar ICP) a partir del residuo de cenizas disuelto en ácido. Se empleó el método 984.27 (AOAC, 1990).

Polifenoles: la determinación de polifenoles se realizó a través del método colorimétrico de Folin y Dennis (AOAC, 1990) empleando el reactivo de Folin Ciocalteu.

Taninos: se cuantificaron según el método de Naczka *et al.* (1994).

Almidón total y disponible: se realizó empleando el método de Holm *et al.* (1986), modificado por Tovar *et al.* (1990).

Almidón resistente: se cuantificó utilizando el método de Champ *et al.* (1995).

Análisis estadísticos: Todos los resultados fueron expresados como la media de tres determinaciones y su desviación estándar. Se aplicó ANOVA y Test de Duncan a toda la data utilizando el programa Statgraphic Statistical Graphics 4,0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los contenidos de humedad, proteína, grasa y cenizas. Se observa para todos los análisis diferencias estadísticamente significativas entre varias de las muestras ($P < 0,05$). En relación al contenido proteico, se encontró un rango de contenidos entre 27,48% (variedad AB0201010) y 31,39% (variedad MGM 0802010) siendo el promedio de 29,25%. Si se comparan estos resultados con los señalados por Sathe *et al.* (1984), Granito *et al.* (2002) e INN (1999), los cuales se encuentran en un rango entre 22,4 y 26,1%, se puede concluir que el contenido proteico de las muestras analizadas fue 12,5% superior al presentado en la bibliografía.

En cuanto al contenido de grasa el valor promedio fue de 2,44%, superior en un 50% a los observados por Granito *et al.* (2002) y Santalla *et al.* (1999). La variedad que presentó el mayor contenido de este nutrimento fue NAG-75. El contenido de cenizas promedio fue de 4,35%, similar al mostrado en la bibliografía (Granito *et al.*, 2002; INN, 1999), encontrándose el máximo valor (4,74%) para la variedad MGM-0802010.

CUADRO 1. Contenido de humedad, proteína, grasa y ceniza de variedades *Phaseolus vulgaris**

| Variedad | Humedad (%) | Proteína (%) | Grasa (%) | Ceniza (%) |
|---------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| NAG-Sanare | 9,76±0,17 ^c | 30,66±0,16 ^d | 1,52±0,05 ^b | 4,14±0,06 ^a |
| NAG-75 | 10±0 ^c | 28,55±0,12 ^{ab} | 3,86±0,11 ^f | 4,14±0,07 ^a |
| MGM-0802010 | 8,25±0,1 ^a | 31,39±0,08 ^d | 2,20±0,09 ^c | 4,74±0,12 ^c |
| MDG-01-99-014 | 10,91±0,09 ^e | 28,36±0,19 ^a | 1,65±0,03 ^b | 4,34±0,05 ^{ab} |
| AB-02-01-010 | 8,86±0,08 ^b | 27,48±0,11 ^a | 1,36±0,00 ^a | 4,50±0,12 ^b |
| MEM-01-00-028 | 11,68±0,2 ^f | 29,43±0,01 ^c | 2,47±0,10 ^c | 4,22±0,05 ^a |
| MEM-03-02-002 | 9,27±0,18 ^b | 28,70±0,31 ^b | 3,46±0,04 ^e | 4,49±0,02 ^b |
| MEM-01-00-006 | 10,40±0,2 ^d | 28,66±0,13 ^b | 2,68±0,09 ^d | 4,44±0,10 ^b |
| MEM-03-01-013 | 8,31±0,01 ^a | 29,98±0,13 ^c | 2,76±0,15 ^d | 4,12±0,04 ^a |

*Resultados de proteína, grasa y ceniza están expresados en base seca. Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

En relación al contenido de almidones totales, disponibles y resistentes (Cuadro 2), la variabilidad cuantificada fue alta. Todas las muestras analizadas difirieron significativamente ($P < 0,05$), encontrándose promedios de 43,88%, 38,99% y 25,48% para los almidones totales, disponibles y resistentes.

La variedad MEM0302002 fue la que presentó contenidos mayores de las tres fracciones de almidones. Resultados similares para almidón total en *P. vulgaris* han sido estudiados por Candela *et al.* (1997); sin embargo, las variedades analizadas muestran valores superiores en 18,40% para almidón total, 55,21% para almidón disponible y 113,40% para almidón resistente que los señalados por Granito *et al.* (2002).

El contenido de polifenoles totales y taninos de las variedades analizadas se presentan en el Cuadro 2. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre todas las muestras.

El contenido promedio de polifenoles fue de 846 mg/100gbs similar al encontrado por Kadam *et al.* (1985). Las variedades MDG-0199014, MEM-0100006 y MEM-0100028 presentaron los valores más bajos; 379,61 mg 100g⁻¹, 470,52 mg 100g⁻¹ y 501,18 mg 100g⁻¹, respectivamente.

El contenido promedio de taninos fue de 40,91 mg/100 gbs, 54,43% menor que el presentado por Dávila *et al.* (2003). Cabe destacar el alto contenido de polifenoles totales de la variedad NAG-Sanare de 1 342,12 mg 100g⁻¹ donde predominaban las fracciones 1 y 2 de mayor actividad antioxidante y su relativo bajo contenido de taninos (11,93 mg 100g⁻¹), importante factor antinutricional naturalmente presente en las caraotas. Por otra parte se encontró que las variedades NAG-Sanare y NAG-75 presentaron los menores valores de taninos, 11,93 mg 100g⁻¹ y 8,61 mg 100g⁻¹.

En el Cuadro 3 se muestra el contenido de minerales. Se observa diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) para todos los elementos analizados en algunas de las variedades. Es de destacar el alto valor de calcio encontrado para la variedad MEM-03-02-002 y de hierro para la variedad NAG-75. En general, los resultados encontrados para Ca, Na, Mg, Fe, K y Zn fueron similares a los estudiados por Granito *et al.* (2002).

CUADRO 2. Contenido de almidón total, almidón disponible, almidón resistente, polifenoles, polifenoles y taninos en *Phaseolus vulgaris*.*

| Variiedad | Almidón total (%) | Almidón disponible (%) | Almidón resistente (%) | Polifenoles (mg* 100g ⁻¹) | Taninos (mg* 100g ⁻¹) |
|---------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| NAG-Sanare | 41,30 ± 0,35 ^a | 40,05 ± 0,65 ^c | 24,57 ± 0,51 ^{bc} | 1 342,12 ± 7,10 ^h | 11,93 ± 0,08 ^b |
| NAG-75 | 44,60 ± 0,18 ^e | 38,30 ± 1,48 ^b | 26,38 ± 0,42 ^d | 961,76 ± 13 ^f | 8,61 ± 0,04 ^a |
| MGM-0802010 | 41,92 ± 1,61 ^{ab} | 41,90 ± 0,20 ^d | 21,03 ± 2,41 ^a | 1 403,09 ± 9,85 ⁱ | 47,52 ± 2,06 ^f |
| MDG-01-99-014 | 46,38 ± 0,27 ^f | 36,30 ± 1,35 ^a | 26,60 ± 1,48 ^{de} | 379,61 ± 9,09 ^a | 26,51 ± 0,04 ^d |
| AB-02-01-010 | 43,75 ± 0,44 ^{cde} | 38,53 ± 0,67 ^b | 25,22 ± 0,37 ^{bc} | 639,98 ± 7,92 ^d | 166,78 ± 3,10 ^h |
| MEM-01-00-028 | 42,54 ± 2,24 ^{bc} | 38,40 ± 0,34 ^b | 24,34 ± 0,65 ^b | 501,18 ± 1,41 ^c | 32,76 ± 2,95 ^e |
| MEM-03-02-002 | 47,32 ± 1,78 ^f | 39,84 ± 0,99 ^c | 26,31 ± 0,93 ^d | 1 225,13 ± 1,85 ^g | 50,69 ± 2,60 ^g |
| MEM-01-00-006 | 42,93 ± 0,64 ^{bcd} | 38,58 ± 0,81 ^b | 27,91 ± 2,05 ^e | 470,52 ± 10,40 ^b | 26,29 ± 0,01 ^d |
| MEM-03-01-013 | 44,17 ± 0,16 ^{de} | 39,07 ± 0,14 ^c | 26,95 ± 1,49 ^{de} | 688,35 ± 4,52 ^e | 24,70 ± 0,04 |

* mg de ácido tánico. Los resultados están expresados en base seca. Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).

CUADRO 3. Contenido de minerales de variedades *Phaseolus vulgaris**

| Variación | Ca (mg 100g ⁻¹) | Na (mg 100g ⁻¹) | Mg (mg 100g ⁻¹) | Fe (mg 100g ⁻¹) | K (mg 100g ⁻¹) | Zn (mg 100g ⁻¹) |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| NAG-Sanare | 161,95±4,43 ^a | 60,44±6,24 ^e | 218,57±4,28 ^b | 6,45±0,20 ^c | 1 125±31 ^c | — |
| NAG-75 | 194±20 ^c | 25,95±3,28 ^c | 218,28±14 ^b | 8,27±1,07 ^d | 956,21±24,34 ^b | — |
| MGM-0802010 | 203,89±0,70 ^c | 14,67±0,57 ^a | 220,97±2 ^b | 6,16±0,29 ^c | 1 683±22 ^b | 2,84±0,04 ^c |
| MDG-01-99-014 | 222,93±8,74 ^d | 104,46±5,68 ^e | 229,84±2,13 ^c | 4,2±0,3 ^a | 1 479,92±88,37 ^d | 2,48±0,06 ^{ab} |
| AB-02-01-010 | 157,24±3,72 ^a | 79,84±0,64 ^f | 194,33±1,02 ^a | 5,49±0,09 ^b | 1 664,44±73,32 ^e | 2,60±0,17 ^b |
| MEM-01-00-028 | 178,83±2,56 ^b | 28,86±1,25 ^d | 205,06±5,66 ^a | 3,97±0,24 ^a | 1 522,11±20,15 ^e | 2,58±0,45 ^b |
| MEM-03-02-002 | 249,19±2,54 ^f | 129,5±0,05 ^b | 229,29±2,66 ^c | 6,34±0,14 ^c | 1 485,01±31,05 ^d | 2,99±0,18 ^c |
| MEM-01-00-006 | 231,83±0,82 ^e | 17,35±0,74 ^b | 222,57±6,17 ^b | 5,63±0 ^b | 1 591,05±9,26 ^f | 2,24±0,03 ^a |
| MEM-03-01-013 | 180,02±5,49 ^b | 82,89±0,24 ^f | 236,50±0,66 ^d | 7,67±0,08 ^d | 1 418,21±5,01 ^a | 2,61±0,09 ^b |

* Los resultados están expresados en base seca. Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).

- De las variedades analizadas, MGM-080210 y MEM-0302002 fueron las que presentaron una mejor calidad nutricional debido a su alto contenido de proteína, almidones disponibles, calcio, sodio, magnesio, potasio y zinc.
- En relación a los factores antinutricionales, las variedades MDG-0199014, MEM-0100006 y MEM-0100028 presentaron los valores más bajos de polifenoles y taninos.
- Los resultados encontrados ponen en evidencia la gran variabilidad química de las variedades analizadas, lo cual podría redundar en una diversificación de uso de las carotas y por ende en una contribución al mejoramiento de la calidad nutricional de la ingesta de la población.

BIBLIOGRAFÍA

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1990. 15th edn. AOAC, Washington, DC, pp 152-169.

CANDELA, M., I. ASTIASARAN and J. BELLO. 1997. Cooking and warm-holding: effect on general composition and amino acids of Kidney beans (*Phaseolus vulgaris*), Chickpeas (*Cicer arietinum*), and Lentils (*Lens culinaris*). *J. Agric. Food Chem.* 45:4.763-4.767.

CHAMP, M. 2002. Grain legumes and health- a workshop in 2001. *Grain Legumes.* 35:13-14.

CHAMP, M., L. NOAH, G. LOIZEAU and F. KOZLOWSKI. 1995. Analytical methods of resistant starch. **In:** Proceeding of the AOAC International Workshop "Definition and analysis of complex carbohydrates / dietary fiber", Nashville, Tennessee, USA.

COVENIN. 1980. Norma N° 1553-80. Alimentos. Determinación de humedad. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Editado por Fondonorma. Caracas, Venezuela.

COVENIN. 1982. Norma N° 0612:1982. Cereales, leguminosas, oleaginosas y productos derivados. Muestreo. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Editado por Fondonorma. Caracas, Venezuela.

DÁVILA, M., E. SANGRONIS y M. GRANITO. 2003. Leguminosas

germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. , Vol. 53, N° 4.

GRANITO, M., J. FRÍAS, R. DOBLADO, M. GUERRA, M. CHAMP and C. VIDAL-VALVERDE. 2002. Nutricional improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) by natural fermentation. Eur. Food Res. Technol. 214: 226-231.

HOLM, J., I. BJORCK, A. DREWS and N. G. Asp. 1986. A rapid method for the analysis of starch. Starch/Staerke 38:224-226.

INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN (INN). 1999. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Caracas. p: 46-47. (Publicación N° 54. Serie Cuadernos Azules).

KADAM, S. S., D. K. SALUNKE and J. MAGA. 1985. Nutricional composition in processing and utilization of horse grain and north bean. Critical Reviews in Nutrition and Food Science. Vol.22. Issue 1: 9.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA (MAC). 2000. Anuario Estadístico Agropecuario. Ministerio de Agricultura y Cría. Oficina sectorial de planificación agrícola. Dirección de Estadística e Informática. Caracas-Venezuela.

MERCADO, C. E. P. y P. LORENZANA. 2000. Acceso y Disponibilidad Alimentaria Familiar: validación de instrumentos para su medición. Fundación Polar. Primera Edición, Caracas-Venezuela.

NACZK, M., T. NICHOLS, D. PINK and F. SOSULSKI. 1994. Condensed tannin in canolla hulls. J. Agric. Food Chem. 42:2 196-2 200.

SANTALLA, M., M. ANGELO, P. RODINO, I. MONTERO and RON. A. 1999. Breeding for culinary and nutritional quality of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in intercropping systems with maize (*Zea mays*). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 3(4):225-229.

TOVAR, J., I. BJORCK and N. G. ASP. 1990. Starch content and α -amylolysis rate in precooked legumes flour. J. Agric. Food Chem. 38: 1 818-1 823.