

Contenido de carbohidratos en variedades autóctonas de *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Venezuela

Carbohydrate content in autochthonous varieties of *Phaseolus vulgaris* grown in Venezuela

M. Granito¹, J. Guinand¹, S. Pérez, D. Pérez² y M. Morros²

¹Universidad Simón Bolívar, Valle de Sartenejas, Baruta - Apartado Postal N° 89.000 Caracas 108-A Venezuela

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Av. Universidad Núcleo Universitario Edificio 09. Apartado Postal N° 4653 Maracay Aragua 2101 A. Venezuela

Resumen

P. vulgaris, comúnmente conocida en Venezuela como caraota, es la leguminosa de mayor consumo en todos los estratos sociales, porque forma parte de los hábitos alimenticios de la población. Su alto potencial nutricional, así como su fácil acceso la convierten en un alimento potencialmente estratégico para el logro de la seguridad alimentaria del venezolano. El objetivo de este trabajo fue estudiar el contenido de carbohidratos presentes en variedades autóctonas de *P. vulgaris* cultivadas por agricultores en los estados Lara, Apure, Bolívar y Sucre, a los fines de contribuir con la identificación y caracterización de las variedades cultivadas en Venezuela. Nueve variedades crudas fueron analizadas en cuanto a los contenidos de almidón total, almidón disponible, almidón resistente, fibra dietética total, soluble e insoluble, estaquiosa y rafinosa. Se encontraron contenidos promedios de 43,9% para los almidones totales, 39% para el almidón disponible, 25,5% para el almidón resistente, 26,9% para la fibra dietética total, siendo 24,4% fibra insoluble y 2,4% fibra soluble, 2,3% para la rafinosa y 8% para la estaquiosa. Con base en los resultados encontrados se puede concluir que las variedades autóctonas de *Phaseolus vulgaris* analizadas son una importante fuente de energía y compuestos bioactivos. La variedad Poncha (F) cultivada en el estado Lara presentó, por un lado los mayores contenidos de almidón total y de fibra insoluble y por otro, la menor concentración de fibra soluble y α -galactósidos, por lo que podría representar una excelente opción para proporcionar energía a la población, previniendo la constipación sin producir flatulencia.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, carbohidratos, almidones, fibra.

Recibido el 3-4-2008 ● Aceptado el 1-19-2008

Autor de correspondencia e-mail: mgranito@usb.ve

Abstract

P. vulgaris, commonly known in Venezuela as black bean, is the legume of highest consumption among all social strata, because takes part of the dietary habits of the population. Its high nutritional potential, as well as easy access makes it a potentially strategic foodstuff for the achievement of the food self-sufficiency of the Venezuelan people. The objective of this work was to evaluate the carbohydrates content present in autochthonous varieties of *P. vulgaris* cultivated by growers in different geographical areas of the country, aiming to contribute to the identification and characterization of *P. vulgaris* varieties grown in Venezuela. Nine raw varieties were analyzed respect to their contents of total, available and resistant starch, total dietary fiber, soluble and insoluble, stachyose and raffinose. Mean contents of 43.9% for total starch, 39% for available starch, 25.5% for resistant starch, 26.9% for total dietary fiber, being 24.4% insoluble fiber and 2.4% soluble fiber, 2.3% for raffinose and 8% for stachyose were found. Based on the results found, it can be concluded that *Phaseolus vulgaris* represents an important source of energy and of bioactive compounds. The Poncha variety (F) grown in Lara state had the highest total starch content and insoluble fiber and the lowest concentration of soluble fiber and α -galactosides and could therefore represent an excellent option for providing energy to the population, preventing constipation without cause flatulence.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, carbohydrates, starches, fiber.

Introducción

Phaseolus vulgaris, conocida en Venezuela bajo el nombre común de caraota, constituye un alimento esencial en la dieta del venezolano. Es uno de los componentes del "pabellón criollo" plato típico del país, por lo que su consumo se encuentra profundamente arraigado en las costumbres de la población (Lovera 1988).

En Venezuela las caraotas han sido un cultivo tradicional en los estados Aragua, Carabobo, Guárico y Anzoátegui, sin embargo, en los últimos años y producto de las tendencias mundiales de la agricultura moderna, se ha observado una disminución de la biodiversidad natural, al ser

Introduction

Phaseolus vulgaris, known in Venezuela under the common name "caraota", constitutes an essential feed in Venezuelan diet. It is one of compounds of "pabellon criollo", a typical dish of country, because its population use to its consumption (Lovera 1988).

In Venezuela these grains have been a traditional crop in Aragua, Carabobo, Guarico and Anzoategui states, nevertheless, in the last years and as a result of world tendencies of modern agriculture, a decrease on natural biodiversity has been observed when autochthones varieties traditionally cultivated by

reemplazadas las variedades autóctonas que tradicionalmente han cultivado los agricultores, por un pequeño número de plantas, que en algunos casos no están adaptadas a las condiciones climáticas imperantes en el país o son más susceptibles al ataque de enfermedades (Queiroz-Monici *et al.*, 2005). Esto, aunado a una baja producción ha originado que en la actualidad el 86,3% de la caraota para consumo sea importada, por lo que numerosas instituciones unen esfuerzos en el estudio de variedades autóctonas a fin de estimular la siembra y evitar la disminución del consumo de este alimento (Placencio y Mora-Nuñez 2002).

El consumo de *P. vulgaris* no sólo es importante porque forma parte de los hábitos alimenticios de los venezolanos y de muchas poblaciones latinoamericanas, sino por sus aportes nutricionales. Es un alimento bajo en grasa (2%) y rico en proteínas (20%-30%), cuya calidad complementa la de los cereales. Es fuente además de vitaminas, minerales y de carbohidratos de bajo índice glicémico. Las caraotas también son una excelente fuente de fibra dietética y almidones resistentes (Granito *et al.*, 2002).

En general, la fracción de carbohidratos de las caraotas, la cual representa entre el 50% y 60% del peso del grano (Martin-Cabrejas *et al.*, 2008), puede ser dividida en tres grupos de compuestos: un primer grupo conformado por los almidones que representan entre el 35 y 45% en peso, un segundo grupo integrado por los mono y disacáridos, donde predomina la sacarosa con un 5% en peso y

agricultural people are replaced by a little number of plants, that in some cases are well not adapted to climatic conditions of country or they are more susceptible to the disease attack (Queiroz-Monici *et al.*, 2005). This situation and a little production have caused that nowadays 86.3% of "caraota" for consumption is not suitable, therefore a number of institutions join efforts in the study of autochthones varieties with the purpose of stimulate the sowing and to avoid the decrease of this feeding consumption (Placencio and Mora-Nuñez 2002).

Consumption of *P. vulgaris* it is not only important because takes part of feeding habits of Venezuelan people and of many Latin American populations, but also by its nutritional contribution. It is a low in fat feed (2%) and rich in proteins (20%-30%), whose quality complement cereals. Also, it is a source of vitamins, minerals and carbohydrates of low glycemy index. "Caraotas" also are an excellent source of dietetic fiber and resistant starches (Granito *et al.*, 2002).

In general, the carbohydrates fraction of "caraotas" which represents between 50% and 60% of grain weight (Martin-Cabrejas *et al.*, 2008), can be divided into three compounds groups: a first group formed by starches that represent between 35 and 45% in weight, a second group integrated by mono and disaccharides in where predominate sucrose with a 5% in weight and a third group formed by the oligosaccharides of low molecular weight and the carbohydrates no digestible that takes part of cell wall.

un tercer grupo conformado por los oligosacáridos de bajo peso molecular y los carbohidratos no digeribles que forman parte de la pared celular. Específicamente, este último grupo incluye dentro de los oligosacáridos de bajo peso molecular, la rafinosa (0,3%), la estaquiosa (4,1%) y la verbascosa (0,1%) (Hedley 2001), además de la celulosa, lignina, pectina, galactosa, arabinosa, mucosa y xilosa, que de acuerdo a algunos autores deben agruparse bajo el concepto de "fibra dietética" o de "carbohidratos no digeribles" (Prosky *et al.*, 1992).

Respecto a los carbohidratos no disponibles, al carecer el sistema digestivo humano de α -galactosidasa, estos pasan al intestino grueso sin ser digeridos y son fermentados por los microorganismos allí presentes (Kozłowska *et al.*, 2001). Dependiendo de su composición química y de la flora presente en el intestino grueso los componentes de la fibra dietética y del almidón resistente son selectivamente fermentados, con la consiguiente formación de metano, hidrógeno y ácidos grasos de cadena corta (Granito *et al.*, 2001). Los ácidos grasos de cadena corta contribuyen con el incremento de la biomasa en el intestino, al representar una forma de energía tanto para los colonocitos, como para la microflora (Topping y Clifton 2001). Adicionalmente, el lactato producido durante la fermentación colónica cumple roles importantes en el desarrollo de la membrana mucosa colonica y en la proliferación epitelial (Queiroz-Monici *et al.*, 2005).

De acuerdo a Queiroz-Monici *et al.* (2005) los componentes fermentables

Specifically, this last group includes inside of the oligosaccharides of low molecular weight, raffinose (0.3%), stachyose (4.1%) and verbascose (0.1%) (Hedley 2001), besides of cellulose, lignin, pectin, galactose, arabinose, mucosa and xylose, that according to some authors have to be grouped under the concept of "dietetic fiber" or of "no digestible carbohydrates" (Prosky *et al.*, 1992).

In relation to not available carbohydrates, when human digestive system has not of α -galactosidase, these go through large intestine and they are bioprocesses microorganisms presents (Kozłowska *et al.*, 2001). Depending on its chemical composition and flora present in the large intestine, compounds of dietetic fiber and resistant starch are selectively fermented, with the consequent methane, hydrogen and fatty acids of short chain formation (Granito *et al.*, 2001). Fatty acids of short chain contribute to the increase of biomass on intestine, when represent an energy way for colonocytes and for micro flora (Topping and Clifton 2001). Additionally, lactate produced during colonyc fermentation carry important roles on development of colonica mucosa and in the epithelial proliferation (Queiroz-Monici *et al.*, 2005).

According to Queiroz-Monici *et al.* (2005) bioprocessed compounds of dietetic fiber and resistant starch can be considered functional compounds, particularly bifidogenics because they are no digestible feeding substances by the gastro intestinal enzymes that beneficially affect to the hostage, by

de la fibra dietética y el almidón resistente pueden considerarse compuestos funcionales, particularmente bifidogénicos, porque son sustancias alimenticias no digeridas por las enzimas gastrointestinales que afectan beneficiosamente al hospedador, estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias colónicas que a su vez son capaces de alterar beneficiosamente la dinámica intestinal (Cummings *et al.*, 2001). Así, la dieta puede modificar la composición de la microbiota, afectando la población bacteriana total y el género de la especie predominante. Una dieta rica en carbohidratos no disponibles fermentables, favorece el desarrollo de especies microbianas benéficas en detrimento de los patógenos (Fooks *et al.*, 1999). De acuerdo con numerosas investigaciones, los metabolitos provenientes de la fermentación de carbohidratos complejos producen efectos benéficos en la salud pues, ellos ejercen un efecto protector ante el cáncer de colon o cáncer rectal, reducen las enfermedades infecciosas intestinales inhibiendo la flora putrefactiva y patogénica (*Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella*), incrementan la biodisponibilidad de calcio, ayudan en el descenso de la hipocolesterolemia, hiperlipoproteinemia e hiperglicemia y estimulan el sistema inmune (Jenkins 1999).

Adicionalmente, estos carbohidratos no disponibles han sido relacionados con un efecto protector ante enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y enfermedades diverticulares (Kutos, *et al.*, 2003).

selectively stimulating growth and/or activity of a limited number of colony bacteria that are capable of modifying in a beneficial way the intestinal dynamics (Cummings *et al.*, 2001). Thus, diet can modify microbiota composition, by affecting the total bacterial population and genus of predominant species. A rich on carbohydrates, not available and fermentable diet, favors developments of beneficial microbial enzymes damaging pathogens (Fooks *et al.*, 1999). According to numerous researches, metabolites coming from fermentation of complex carbohydrates produce beneficial effects in health, because they have a protector effect to colon or rectal cancer, reduce intestinal infections diseases by inhibiting putrefactive pathogenic flora (*Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella*), increase calcium bioavailability, help in diminish on hypocholesterolemia and hypercholesterolemia, hyperglycemia and stimulate the immune system (Jenkins 1999).

Additionally, these carbohydrates not available have been related with a protector effect in front to cardiovascular diseases, diabetes, obesity and diverticular diseases (Kutos *et al.*, 2003). Tovar *et al.* (1992) and Vargas-Torres *et al.* (2004) have pointed out that resistant starch of leguminous; reduces the glycemia and insulinemic post-prandial answers, in great measures than starch present in cereals and tubers.

Due to the carbohydrates conform the principal proportion of seeds evidences its importance when composition of different varieties of

Tovar, *et al.* (1992) y Vargas-Torres, *et al.*, (2004) han señalado que el almidón resistente de las leguminosas, reduce la respuesta glicémica e insulinémica post-pandriales, en mayor medida que el almidón presente en cereales y tubérculos.

El hecho que los carbohidratos conformen la principal proporción de la semilla evidencia su importancia cuando se pretende estudiar la composición de las distintas variedades de esta especie, así como su uso potencial como fuente de nutrientes y de compuestos funcionales.

Considerando el valor nutricional y cultural de las caraotas el objetivo de este trabajo fue el estudio de la composición de carbohidratos complejos y carbohidratos no digeribles de nueve variedades autóctonas de esta especie, recolectadas a nivel de productor en diferentes puntos de la geografía venezolana.

Materiales y métodos

Muestras: Se analizaron nueve variedades de *Phaseolus 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) recolectadas por los agricultores en los Estados Apure, Bolívar, Lara y Sucre. Adicionalmente, se analizó un material introducido proveniente del Centro Internacional de Agronomía Tropical (CIAT) de Colombia el cual fue suministrado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA-Maracay).

Preparación de las muestras: Una vez en el laboratorio, el muestreo

this specie is supposed to be studied, likewise its potential use like a source of nutrients and functional compounds.

By considering the nutritional and cultural value of «caraotas» the purpose of this work was to study the composition of no digestible complex and carbohydrates of nine autochthones varieties of this specie, collected at a level of producer in different points of Venezuelan geography.

Materials and methods

Samples: Nine varieties of *Phaseolus 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) collected by agricultural people of Apure, Bolivar, Lara and Sucre states. Additionally, an introduced material coming from the Centro Internacional de Agronomía Tropical (CIAT) of Colombia which was supplied by the Instituto Nacional de Investigaciones Agronomicas (INIA-Maracay) was analyzed.

Samples preparation: Once in laboratory, sampling of each of varieties was carried out by following methodology proposed by the Norma Covenin N° 0612-82 (COVENIN 1982). Raw samples were grinded in a mill Mark Analyzer, Model MC-II; after, they were strained by using a sieve of 40 mesh for the analysis of total starch, resistant starch and dietetic fiber and of 80 mesh for resistant starch, stachyose and raffinose.

de cada una de las variedades 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 almidón total, almidón disponible y fibra dietética y de 80 mesh para almidón resistente, estaquiosa y rafinosa.

Métodos analíticos: Almidón total y disponible: se realizaron empleando el método de Hola *et al.* (1986), modificado por Tovar *et al.* (1990).

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

Fibra Insoluble y Soluble: se utilizó para su cuantificación el método de Prosky *et al.* (1992).

Estaquiosa y Rafinosa: se cuantificaron por HPLC empleando el método de Frías, *et al.* (1994).

Análisis estadísticos: Todos los resultados fueron expresados en base seca 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 muestra el origen geográfico de las nueve variedades analizadas. Como se puede observar cinco variedades procedían del estado Lara y las tres restantes de los estados Apure, Bolívar y Sucre, respectivamente. La variedad NAG-75 proveniente del CIAT de Colombia fue

Analytical methods: Total and available starch: They were analyzed by using the Hola *et al.* (1986) method, modified by Tovar *et al.* (1990).

Resistant starch: It was quantified by using the Champ *et al.* (1995) method.

Insoluble and soluble fiber: It was quantified by using the Prosky, *et al.* (1992) method.

Stachyose and Raffinose: It was quantified by HPLC by using the Frías *et al.* (1994) method.

Statistical analysis: All the results were expressed in dry base like mean of three determinations and its standard deviation. ANOVA and Duncan Test were applied to all the data by using the Statgraphic Statistical Graphics Program 4.0 for Windows.

Results and discussion

Table 1 show the geographic origin of nine varieties analyzed. As can be observed five varieties came from Lara state and the other three came from Apure, Bolivar and Sucre states, respectively. Variety NAG-75 coming from CIAT of Colombia was introduced in Venezuela during 1995-1996 (Morros *et al.*, 1996) and being considered a promissory variety, was tried to adapt to Venezuelan soils by cultivating it on Lara state, by resulting NAG-Sanare variety, which also was analyzed in this research.

The total starch content of raw varieties analyzed is showed en la table 2. It can be observed that this content oscillated between 41% and 47%, being the F variety which showed the higher content of total starch.

Cuadro 1. Origen geográfico de las variedades de *Phaseolus vulgaris* analizadas.
Table 1. Geographical origin *Phaseolus vulgaris* varieties analyzed.

Identificación de muestra	Nomenclatura de colecta	Nombre común	Localidad	Estado	Altitud msnm	Latitud Norte	Longitud Oeste
A	NAG 75		Originaria del CIAT-Colombia	-	-	-	-
B	NAG-SANARE		Originaria del CIAT-Colombia, multiplicado por agricultores Palo Verde, municipio Andrés Eloy Blanco, Sanare.	Lara	1000	-	-
C	MEM-01-00-06	Brillante	El Cielito, municipio Andrés Eloy Blanco	Lara	1008	9°37'33"	69°37'33"
D	MEM-01-00-28	Poncha	Loma de Leon, municipio Andrés Eloy Blanco	Lara	939	9°36'13"	69°20'01"
E	MEM-03-01-13	Colombiana	Palo Verde, municipio Andrés Eloy Blanco, Sanare.	Lara	1000	-	-
F	MEM-03-02-002	Poncha	Quibor, municipio Jiménez	Lara	550	9° 56'	69° 34'
G	AB-02-01-010	Caraota Negra	El Sapo, municipio San Fernando	Apure	228	7°50'72"	67°24'05"
H	MDG-01-99-14	Caraota Negra	Sector El Burro, entre los ríos Caura y Orinoco, municipio Cedeño	Bolívar	120	7°40'	65°35'
I	MGM-08-02-010	Caraota Negra Banquera	Las Casitas de Agua Blanca, entre Cumanacoa y San Lorenzo, municipio Montes.	Sucre	511	10°14'01"	63°55'00"

introducida en Venezuela en los años 1995-1996 (Morros *et al.*, 1996) y al ser considerada una variedad promisoría, se trató de adaptar a los suelos venezolanos cultivándola en el estado Lara, resultando la variedad NAG-Sanare, la cual también se analizó en este trabajo.

El contenido de almidón total de las variedades crudas analizadas se presenta en el cuadro 2. Se puede observar que dicho contenido osciló entre 41% y 47%, siendo la variedad F la que presentó el mayor contenido de almidón total.

Respecto al almidón disponible, no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$), entre las muestras A, C, D, E y G, ni entre las muestras B y F, por lo que en general se podría inferir una baja variabilidad en el contenido de almidón disponible entre muestras.

Respect to the available starch, there were not found significant differences ($P>0.05$), between samples A, C, D, E and G, not between samples B and F, because in general, a low variability on starch could be inferred on the content of available starch among samples.

For the resistant starch, values found were situated between 21.03% for variety I and 27.91% for the C variety. there were not found significant differences ($P>0.05$) between A, E, F and H variables. From prior samples, those identified like H was not cultivated in Lara state because based on data obtained, seems not to be possible to establish a relationship between total starch and resistant content and the cultivation area. It is a fact recognized by different authors that differences observed

Cuadro 2. Contenido de almidón total, disponible y resistente en variedades crudas de *P. vulgaris*.

Table 2. Content of total, available and resistant starch in raw varieties of *P. vulgaris*.

Variedad	Identificación de muestra	Almidón Total (%)	Almidón disponible (%)	Almidón resistente (%)
NAG-75	A	44,60±0,18 ^e	38,30±1,48 ^b	26,38±0,42 ^d
NAG-Sanare	B	41,30±0,35 ^a	40,05±0,65 ^c	24,57±0,51 ^b
MEM-01-00-06	C	42,93±0,64 ^{c, d}	38,58±0,81 ^b	27,91±2,05 ^e
MEM-01-00-28	D	42,54±2,24 ^{b, c}	38,40±0,34 ^b	24,34±0,65 ^b
MEM-03-01-13	E	44,17±0,16 ^e	38,07±0,14 ^b	26,95±1,49 ^d
MEM-03-02-002	F	47,32±1,78 ^f	39,84±0,99 ^c	26,31±0,93 ^d
AB-02-01-010	G	43,75±0,44 ^{c, d}	38,53±0,67 ^b	25,22±0,37 ^c
MDG-01-99-14	H	46,38±0,27 ^f	36,30±1,35 ^a	26,60±1,48 ^d
MGM-08-02-010	I	41,92±1,61 ^b	41,90±0,20 ^d	21,03±2,41 ^a

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$)

Para el almidón resistente, los valores encontrados se situaron entre 21,03% para la variedad I y 27,91% para la variedad C. Al igual que para el contenido de almidón total, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las variedades A, E, F y H en lo que al contenido de almidón resistente se refiere. De las muestras anteriores, la identificada como H no fue cultivada en el estado Lara por lo que con base en la data obtenida, no pareciera ser posible establecer una relación entre los contenidos de almidón total y resistente y la zona de cultivo. Es un hecho reconocido por diversos autores que las diferencias observadas entre las variedades estudiadas podrían deberse al efecto de diferentes factores como suelo, clima, época de recolección y variedad botánica (Rehman *et al.*, 2001).

Los resultados encontrados son similares a los reportados por diversos autores. Pujolá, *et al.* (2006), reportaron contenidos de almidón total de 47,4% y resistente de 24,2% en distintas variedades de *P. vulgaris*. Por su parte Granito *et al.* (2002) al analizar la variedad venezolana de color claro Victoria de *P. vulgaris*, reportaron resultados similares para el almidón total (40,5 %) e inferiores para el almidón resistente (11,6%). Asimismo, Tovar, *et al.* (1992) determinaron el contenido de almidón total (39,3%) y resistente (1,9%) en *Phaseolus vulgaris* L cv Tacarigua una variedad negra venezolana de caraota.

Las diferencias reportadas por estos autores respecto al almidón resistente, podrían fundamentarse en lo señalado por Kumasi, *et al.* (2007), según lo cual el contenido de almidón

between varieties studied could be due to the effect of different factors like soil, climate, recollection and botanical variety time (Rehman *et al.* 2001).

Results found are similar to those reported by different authors. Pujolá *et al.* (2006) reported total starch content of 47.4% and resistant of 24.2% in different varieties of *P. vulgaris*. On his part, Granito *et al.* (2002) when analyzing the Venezuelan variety of clear color Victoria of *P. vulgaris*, reported similar results for total starch (40.5 %) and inferior for resistant starch (11.6%). Likewise, Tovar *et al.* (1992) determined total starch content (39.3%) and resistant (1.9%) in *Phaseolus vulgaris* L cv Tacarigua a black Venezuelan variety.

Differences reported by these authors respect to resistant starch could be based on those reported by Kumasi *et al.* (2007), in where it is established that resistant starch content depends on proportion amylose/amylopectine, characteristic of native starch, and heating and freezing cycles to resistant starch is subdue, which originates retrograde amylose that is identified like resistant starch type 3 (AR3). When comparing resistant starch contents of raw varieties analyzed, these differences could be attributed to physical and chemical characteristics of native starch that probably are caused by the genetic and environmental variability of samples.

The dietetic fiber content quantified in varieties analyzed are shown table 3. In general, a high variability in total fiber content was found (21.81% and 30.41%) and inso-

resistente depende de la proporción amilosa/amilopectina, característica del almidón nativo, y de los ciclos de calentamiento y enfriamiento a los que se somete el almidón resistente, los cuales originan amilosa retrogradada, que se identifica como almidón resistente tipo 3 (AR3). Al comparar los contenidos de almidones resistentes de las variedades crudas analizadas, se podrían atribuir estas diferencias a características físicas y químicas del almidón nativo, las cuales podrían deberse a producto de la variabilidad genética y ambiental de las muestras.

En el cuadro 3 se presentan los contenidos de fibra dietética cuantificados en las variedades analizadas. En general, se encontró una alta variabilidad en el contenido de fibra total (21,81% y 30,41%) e insoluble (18,37% y 28,49%). De igual manera la fibra soluble varió entre 1,45% y 3,44%, siendo el promedio de 2,4%. La variedad A mostró el menor valor (1,45%) de fibra soluble mientras que la variedad E el valor más alto (3,44%). Las variedades B, H e I no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas, al igual que las variedades C, D y G.

Costa, *et al.* (2006) reportaron valores promedio para la fibra insoluble de 19,9% y de 2,4% para fibra soluble de variedades de *P. vulgaris*. Asimismo, Granito *et al.* (2002) reportaron valores promedio para la fibra insoluble y soluble de *P. vulgaris* de 28,5% y 3,26%, respectivamente. Ambos estudios concuerdan con los valores obtenidos en esta investigación.

En el cuadro 4 se presentan los contenidos de los oligosacáridos

luble (18.37% and 28.49%). In the same way, the soluble fiber varied between 1.45% and 3.44%, being the average of 2.4%. A Variety showed the lower value (1.45%) of soluble fiber whereas E variety showed the higher one (3.44%). B, H and I varieties did not showed significant statistics among them such as C, D and G varieties.

Costa *et al.* (2006) reported mean values for the insoluble fiber of 19.9% and of 2.4% for soluble fiber of varieties of *P. vulgaris*. Likewise, Granito *et al.* (2002) reported mean values for the insoluble and soluble fiber of *P. vulgaris* of 28.5% and 3.26%, respectively. Both studies agree with values got in this research.

Table 4 are shown the contents of raffinose and stachyose oligosaccharides. Mean value for raffinose was of 2.26%. I variety showed the lower value of 0.90% whereas H variety showed the higher value of 3.71%. Respect to the stachyose content, contents between 4.31 and 10.22% were found, with significant differences for both oligosaccharides between all the variables. However, it is possible to detach that the high contents of stachyose quantified in A, B and E varieties. If is consider that stachyose and raffinose oligosaccharides and the soluble fiber are the principal components producer of flatulence in *P. vulgaris* (Granito *et al.* 2001) it would be infer a high potential for producing flatulence in these varieties.

Trugo *et al.* (1988) reported a narrow relationship between the carbohydrates composition of different leguminous and environmental factors. According to

Cuadro 3. Contenido de fibra dietética de variedades *Phaseolus vulgaris* cruda.

Table 3. Content of dietetic fiber of *Phaseolus vulgaris* raw varieties.

Variedad	Identificación de muestra	Fibra total (mg/100g)	Fibra insoluble (mg/100g)	Fibra soluble (mg/100g)
NAG-75	A	26,95±0,07 ^c	25,50±0 ^d	1,45±0,07 ^a
NAG-Sanare	B	28,36±0,35 ^d	26,22±0,13 ^d	2,14±0,21 ^c
MEM-01-00-06	C	27,02±0,07 ^c	24,23±0,25 ^c	2,79±0,18 ^d
MEM-01-00-028	D	29,60±0,78 ^e	26,77±0,92 ^{d, e}	2,83±0,13 ^d
MEM-03-01-13	E	21,81±0,11 ^a	18,37±0,04 ^a	3,44±0,06 ^e
MEM-03-02-002	F	30,19±0,38 ^e	28,49±0 ^{e, f}	1,70±0,38 ^b
AB-02-01-010	G	23,82±0,73 ^b	20,88±0,39 ^b	2,94±0,34 ^d
MDG-01-99-14	H	23,66±0,13 ^b	21,59±0,1 ^b	2,16±0,03 ^c
MGM-08-02-010	I	30,41±0,83 ^e	27,92±0,53 ^e	2,29±0,28 ^c

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)

rafinosa y estaquiosa. El valor promedio para rafinosa fue de 2,26%. La variedad I presentó el valor mas bajo de 0,90% mientras que la variedad H presentó el valor más alto de 3,71%. En relación al contenido de estaquiosa, se encontraron contenidos entre 4,31 y 10,22%, hallándose diferencias significativas para ambos oligosacáridos entre todas las variedades. Sin embargo, es de destacar los altos contenidos de estaquiosa cuantificados en las variedades A, B y E. Si se considera que los oligosacáridos estaquiosa y rafinosa junto a la fibra soluble, son los principales componentes productores de flatulencia en *P. vulgaris* (Granito *et al.*, 2001) se podría inferir un alto potencial para producir flatulencia en estas variedades.

Trugo *et al.* (1988) reportaron una estrecha relación entre la composición de carbohidratos de diferen-

this study, soil and climate conditions can determine composition of some carbohydrates especially ágalactosides. Sucrose and verbascose contents seem to be genetically determined whereas raffinose and stachyose contents depend on environmental conditions. Different authors (Burbano *et al.*, 1999; Gulewicz *et al.*, 2000, Martinez-Villaluenga *et al.* 2005) have reported that the individual content of each α -galactosides depends not only on leguminous and its genotype, but also on crop conditions.

Nevertheless, Nikolopoulou *et al.* (2007) found that total content of oligosaccharides in *Pisum sativum* is only affected by the climate changes and cultivation area but not by the soil characteristics. In this study Nikolopoulou *et al.* (2007) found that characteristics of cultivation area like

Cuadro 4. Contenido de α -galactósidos de *P. vulgaris*.**Table 4. Content of α -galactósidos of *P. vulgaris*.**

Variedad	Identificación de muestra	Rafinosa (%)	Estaquiosa (%)
NAG-75	A	2,52 \pm 0,06 ^f	9,46 \pm 0,07 ^g
NAG-Sanare	B	1,32 \pm 0,04 ^b	9,54 \pm 0,25 ^h
MEM-01-00-06	C	2,61 \pm 0,06 ^f	8,86 \pm 0,2 ^f
MEM-01-00-28	D	2,22 \pm 0,06 ^e	6,62 \pm 0,12 ^b
MEM-03-01-13	E	1,68 \pm 0,08 ^c	10,22 \pm 0,02 ⁱ
MEM-03-02-002	F	1,93 \pm 0,03 ^d	4,31 \pm 0,09 ^a
AB-02-01-010	G	3,43 \pm 0,15 ^g	6,93 \pm 0,06 ^c
MDG-01-99-14	H	3,71 \pm 0,07 ^h	8,41 \pm 0,31 ^e
MGM-08-02-010	I	0,90 \pm 0,03 ^a	7,58 \pm 0,22 ^d

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

tes leguminosas y los factores ambientales. De acuerdo a este estudio, las condiciones de suelo y clima pueden determinar la composición de algunos carbohidratos, particularmente los α -galactósidos. El contenido de sacarosa y verbascosa parecieran estar genéticamente determinados, mientras que el contenido de rafinosa y estaquiosa dependen de las condiciones ambientales. Diferentes autores (Burbano *et al.*, 1999; Gulewicz *et al.*, 2000, Martínez-Villaluenga *et al.*, 2005) han reportado que el contenido individual de cada α -galactósido depende no sólo del tipo de leguminosa y de su genotipo, sino de las condiciones de cultivo.

Sin embargo, Nikolopoulou *et al.* (2007) encontraron que el contenido total de oligosacáridos en *Pisum sativum* es afectado únicamente por los cambios de clima y el área de cultivo, pero no por las características del

the cultivation time affect the nutrients and macronutrients composition of *Pisum sativum*. They reported that interaction between crop localization and the cultivation time affect in a significant way the most of *Pisum sativum* constituents by concluding that nutritional quality of *Pisum sativum* grains is influenced by the environmental abiotic conditions. However, it is important to detach that in this study it is no possible to make inferences about the climate effect on the carbohydrates composition of *P. vulgaris*, because crop conditions of studied varieties are unknown.

Conclusions

Autochthons varieties of *P. vulgaris* analyzed constitute an important source of complex carbohydrates and bioactive

suelo. En este estudio Nikolopoulou *et al.* (2007) encontraron que las características del área de cultivo, así como el año de cultivo afectan la composición de nutrientes y antinutrientes de *Pisum sativum*. Reportaron que la interacción entre la localización del cultivo y el año de cultivo afectan significativamente la mayoría de los constituyentes de *Pisum sativum* concluyendo que la calidad nutricional de los granos de *Pisum sativum* esta influenciada por las condiciones abióticas ambientales. No obstante es importante destacar que en este estudio no se puede hacer inferencias respecto al efecto del clima sobre la composición de carbohidratos de *P. vulgaris*, puesto que se desconocen las condiciones de cultivo de las variedades estudiadas.

Conclusiones

Las variedades autóctonas de *P. vulgaris* analizadas constituyen una fuente importante de carbohidratos complejos y de compuestos bioactivos como la fibra soluble, almidón resistente y α -galactósidos. La variedad (F) Poncha cultivada en el estado Lara presentó por un lado los mayores contenidos de almidón total y de fibra insoluble y por otro, la menor concentración de fibra soluble y α -galactósidos, por lo que podría representar una excelente opción para proporcionar energía a la población, previniendo la constipación, sin producir flatulencia.

Agradecimientos

compounds like soluble fiber, resistant starch and α -galactosides. (F) Poncha variety cultivated in Lara state showed by one side the higher contents of total starch and insoluble fiber and by the other side, the lower concentration of soluble fiber and α -galactosides, so, it could represent one excellent option for giving energy to population, by prevent constipation, without producing flatulence.

Acknowledgements

This research has been possible by the financing of the Fondo Nacional para la Investigacion y la Tecnologia (FONACIT) project S1-2001856 and the Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Sub Project BID-FONACIT 26110.

End of english version

Esta investigación ha sido posible gracias al financiamiento del Fondo Nacional para la Investigación y la Tecnología (FONACIT) proyecto S1-2001856 y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Sub Proyecto BID-FONACIT 26110.

Literatura citada:

- Asp, N., C. Johansson, H. Hallmer y M. Siljestrom. 1983. A rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agri. Food Chem.* 31: 476-482.
- Burbano, C., M. Muzquiz, G. Ayet, C.

- Cuadrado y M. Pedrosa. 1999. Evaluation of antinutritional factors of selected varieties of *Phaseolus vulgaris*. J. Sci. Food Agric. 79:1468-1472.
- Champ, M., L. Noah, G. Loizeau y F. Kozlowski. 1995. Analytical methods of resistant starch. En: Proceeding of the AOAC International Workshop. Definition and analysis of complex carbohydrates / dietary fiber. Nashville, Tennessee.
- COVENIN Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1982. Cereales, leguminosas, oleaginosas y productos derivados. Muestreo. COVENIN N° 0612:1982. Ministerio de Fomento. Caracas.
- Costa, G., K. Queiroz-Monici, S. Pissini y A. Costa. 2006. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. Food Chem. 94 (3):327-330.
- Cummings, J., G. MacFarlane y H. Englyst. 2001. Prebiotic digestion and fermentation. Am. J. Clin. Nutr. 73:415S-420S.
- Fooks, L., R. Fuller y G. Gibson. 1999. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. Int. Dairy J. 9:53-55.
- Frias, J., C. Hedley, K. Price, G. Fenwick y C. Vidal-Valverde. 1994. Improved methods of oligosaccharide analysis for genetic studies of legumes seeds. J. Liq. Chrom. 17(11): 2469-2483-
- Granito, M., J. Frías, R. Doblado, M. Guerra, M. Champ, C. Vidal-Valverde. 2002. Nutricional improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) by natural fermentation. Eur. Food Res. Technol. 214: 226-231.
- Granito, M., M. Champ, A. David, C. Bonnet y M. Guerra. 2001. Identification of gas- producing components in different varieties of *Phaseolus vulgaris* by *in vitro* fermentation. J. Sci. Food Agric. 81:1-8.
- Gulewicz, P., D. Ciesiolka, J. Frías, C. Vidal-Valverde, S. Frejnagel y K. Trjanowska, 2000. Simple method of isolation and purification of agalactosides from legumes. J. Agri. Food Chem. 48:3120-3123.
- Hedley, C. 2001. Introduction. p 1-13. En: Hedley, C., I. Cunningham y A. Jones. (eds). Carbohydrates in Grain Legume Seeds. CABI Publishing, UK.
- Holm, J., I. Bjorck, A. Drews, N. y G. Asp. 1986. A rapid method for the analysis of starch. Starch/Staerke 38:224-226.
- Jenkins, L., C. Kendall y V. Vuksan. 1999. Inulin, oligofrutose and intestinal function. J. Nutr. 129:1431.
- Kozlowska, H., P. Arenda, J. Dostálová y J. Pokorný. 2001. Nutrition. p. 61-88. En Hedley, C., I. Cunningham, y A. Jones. (eds). Carbohydrates in Grain Legume Seeds. CABI Publishing, UK.
- Kumari, M., A. Urooj y N. Prasad. 2007. Effect of storage on resistant starch and amylose content of cereal-pulse based ready-to-eat commercial products. Food Chem. 102(4):1425-1430.
- Kutoš, T., T. Golob, M. Ka y A. Plestenjak. 2003. Dietary fibre content of dry and processed beans. Food Chem. 80(2):231-235.
- Lovera, J. 1988. Historia de la Alimentación en Venezuela. Monteávila Editores. Caracas. Venezuela. P.14
- Martín-Cabrejas, M., M. Díaz, Y. Aguilera, V. Benítez, E. Mollá y R. Esteban. 2008. Influence of germination on the soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in non-conventional legumes. Food Chem. 107(3):1045-1052.
- Martínez-Villaluenga, C., J. Frías y C.

- Vidal-Valverde. 2005. Raffinose family oligosaccharides and sucrose contents in 13 Spanish lupin cultivars. *Food Chem.* 91:545-649.
- Morros, M., C. Marín y A. Pire. 1996. Evaluación de variedades y líneas experimentales de caraota *Phaseolus vulgaris* L., en las zonas altas del estado Lara. Morros, M. Informe de gestión 1996. FONAIAP. CIAE Lara. Barquisimeto. Venezuela. p. irr.
- Nikolopoulou, D., K. Grigorakis, M. Stasini, M.N. Alexis y K. Iliadis. 2007. Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: Effects of cultivation area and year. *Food Chem.* 103:847-852.
- Placencio, D. y O. Mora-Núñez. 2002. Búsqueda de genotipos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con resistencia al *Quail pea mosaic virus*. *Rev Fac Agron.* 19(3):201-209.
- Prosky, L., N. Asp, I. Furda, T. Schweizer, J. De Vires. 1992. Determination of Insoluble and soluble dietary fibre in foods and foods products. *J. Assoc. Anal. Chem.* 75: 360-367.
- Pujolà, M., A. Farreras y F. Casañas. 2006. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem.* 102 (4): 1034-1041.
- Queiroz-Monici, K., G. Costa, N. da Silva, S. Reis y A. Oliveira. 2005. Bifidogenic effect of dietary fiber and resistant starch from leguminous on the intestinal microbiota of rats. *Nutrition.* 21:602-608.
- Rehman, Z., A. Salariya y S. Zafar. 2001. Effect of processing on available carbohydrate content and starch digestibility of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem.* 73(3):351-355.
- Topping D. y P. Clifton. 2001. Short-Chain Fatty Acids and Human Colonic Function: Roles of Resistant Starch and Nonstarch Polysaccharides. *Physiol. Rev.* 81:1031-1064.
- Tovar, J., I. Bjorck y N.G. Asp, 1990. Starch content and α -amylolysis rate in precooked legumes flour. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1818-1823.
- Tovar, J., I. Björck y N. Asp. 1992. Incomplete digestion of legume starches in rats: a study of precooked flours containing retrograded and physically inaccessible starch fractions. *J. Nutr.* 122:1500-1507.
- Trugo, L., D. Almeida y R. Gross. 1988. Oligosaccharide contents in the seeds of cultivated lupins. *J. Sci. Food Agric.* 45:21-24.
- Vargas-Torres, A., P. Osorio-Díaz, J. Islas-Hernández, J. Tovar, O. Paredes-Lopez y L. Bello-Pérez. 2004. Starch digestibility of five cooked black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *J. Food Comp. Anal.* 17:605-612.