

Potencial nutricional de tres cultivares de frijol Zaragoza (*Phaseolus lunatus* L.) y estimación de su digestibilidad “*in vitro*”

Nutritional potential of three cultivars of bean Zaragoza (*Phaseolus lunatus* L.) and estimation of digestibility “*in vitro*”

Y. Marrugo Ligardo¹, P. Montero Castillo¹,
E. Torrezoza Fuentes¹ y M. Duran Lengua¹

¹Grupo de Investigación PROAL – Universidad de Cartagena – Sede Piedra de Bolívar. Cartagena de Indias – Colombia

Resumen

Se realizó la caracterización del contenido de algunos inhibidores de proteasas, ácido cianhídrico y composición química parcial de la harina integral de tres cultivares, Rojo, Blanco y Moteado, de frijol Zaragoza (*Phaseolus lunatus* L.) de la municipalidad de Túrbaco (Bolívar, Colombia). También se estimó la digestibilidad proteica “*in vitro*”. Los resultados mostraron algunas diferencias significativas en el contenido de proteína, fibra cruda y ceniza. No se evidenció presencia de inhibidores de tripsina. La digestibilidad *in vitro* de la proteína fue diferente entre las muestras: 68,71% en la moteada y 70,70% en la roja, estos valores fueron bajos si se compara con la caseína (89,71%) y mayores que los de otras leguminosas como la *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (57,52%). El contenido de ácido cianhídrico fue menor que las dosis peligrosas para los humanos.

Palabras clave: digestibilidad proteica “*in vitro*”, *Phaseolus lunatus* L., Zaragoza.

Abstract

A characterization of the contents of some protease inhibitors, hydrocyanic acid and partial chemical composition of three wheat cultivars, Red, White and Spotted of Zaragoza bean (*Phaseolus lunatus* L.) from the municipality of Turbaco, Bolivar was realized. Also it was estimated the protein digestibility “*in vitro*”. The results showed some significant differences in protein content, crude fiber and ash. There was no evidence the presence of trypsin inhibitors. *In vitro*

digestibility of the protein was different between the samples: 68.71% in 70.70% in mottled red, these values were low when compared to casein (89.71%) and higher than other legumes such as *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (57.52%). The hydrocyanic acid content was lower than the dangerous doses to humans.

Key words: protein digestibility “*in vitro*”, *Phaseolus lunatus* L., Zaragoza.

Introducción

Las leguminosas son fuente importante de proteína porque generalmente contienen más de un 20%; además, constituyen en la Región Caribe de Colombia uno de los grupos alimenticios de mayor consumo directo. Por esto, se ha indicado que las leguminosas tropicales de grano constituyen una de las alternativas de mayor importancia para resolver el problema de la dependencia alimentaria (León *et al.*, 1993).

P. lunatus es una leguminosa de grano que ha estado ligada a la cultura y a las tradiciones indígenas y mestizas de esta región de Colombia (Torres *et al.*, 1999). El conocimiento de las características nutricionales de la Zaragoza (*P. lunatus*) en dicha región es limitado, a pesar de su intenso consumo en el Caribe Colombiano.

La calidad proteica de un alimento es un factor determinante en su valoración nutricional, ya que esa calidad establece los aportes de nitrógeno y aminoácidos esenciales. Así, la estimación del coeficiente de digestibilidad es un elemento importante para valorar este factor.

También, puede ser de interés reconocer los posibles factores antinutricionales en los alimentos de consumo cotidiano, como es el caso de los granos de *P. lunatus*, dado que estos factores afectan negativamente la nutrición y la salud de los consumidores.

Introduction

Legumes are important sources of protein because generally content more than 20%, also, constitute in the Caribbean Region of Colombia, one of the most consumed food products. Therefore, it has been said that the tropical legumes of the grain constitute one of the alternatives with greater importance to solve the problem of the food dependence (León *et al.*, 1993).

P. lunatus is a grain legume that has been tight to the culture and Indean and mestizo traditions of this region of Colombia (Torres *et al.*, 1999). The knowledge of nutritional characteristics of Zaragoza (*P. lunatus*) in such region is limited, in spite of the intense consumption of it in the Colombian Caribbean

The protean quality of a food is a determinant factor on its nutritional value, since this quality establishes the provision of nitrogen and essential aminoacids. Thus, the estimation of the digestibility coefficient is an important element to value this factor.

It must be also interesting to know the possible anti-nutritional factors in food highly consumed daily, as in grains of *P. lunatic*, since these factors affect negatively the nutrition and health of the consumers.

The objective of this research is to determine the physical and

El objetivo de este estudio fue determinar las características físicas y químicas, la digestibilidad *in vitro* y factores antinutricionales (inhibidores de tripsina y ácido cianhídrico) de la harina integral en tres cultivares de *P. lunatus*: Blanco, Rojo y Moteado que se consumen en el Caribe Colombiano.

Materiales y métodos

El material vegetal seleccionado fue frijol Zaragoza (*P. lunatus*), Rojo, Blanco y Moteado, de la zona rural del Municipio de Túrbaque (Departamento de Bolívar, Colombia). La cosecha correspondió a los meses de febrero a marzo del año 2008.

La obtención de harina integral se efectuó mediante la molienda de los granos de cada uno de los tres cultivares.

La determinación fisicoquímica de los cultivares de *P. lunatus* se realizó mediante la aplicación de protocolos experimentales detallados en la metodología de la AOAC (1990) los cuales se detallan a continuación: humedad (método AOAC 925.10), grasa cruda (método AOAC 920.39C), cenizas (método AOAC 923.03), proteína (método AOAC 920.87), fibra cruda (método AOAC 985.29) y carbohidratos totales o extracto no nitrogenado (E.N.N), determinado por diferencia:

$$\text{E.N.N} = 100 - (\% \text{Humedad} + \% \text{Grasa} + \% \text{Proteína bruta} + \% \text{Fibra cruda} + \% \text{Cenizas})$$

El proceso para la determinación del coeficiente de digestibilidad se desarrolló según el protocolo de Hsu *et al.*, 1977.

chemical characteristics, the digestibility *in vitro* and anti-nutritional factors (inhibitors of trypsin and hydrocyanic acid) of integral flour in three cultivars of *P. lunatus*: white, red and spotted, eaten in the Colombian Caribbean

Materials and methods

The vegetal material selected was Zaragoza vean (*P. lunatus*), red, white and spotted, of the rural area of Túrbaque Municipality (Bolívar department, Colombia). The crop corresponded to the months from February to March, 2008.

The obtaining of integral flour was done grinding the grains from each of the three cultivars.

The physic-chemical determination of the cultivars *P. lunatus* was done with the application of experimental protocols detailed in the methodology of AOAC (1990) which are following detailed: humidity (AOAC method 925.10), raw fat (AOAC method 920.39C), ashes (AOAC method 923.03), protein (AOAC method 920.87), raw fiber (AOAC method 985.29) and total carbohydrates or non nitrogen extract (E.N.N) determined by difference:

$$\text{E.N.N} = 100 - (\% \text{Humidity} + \% \text{Fat} + \% \text{Raw Protein} + \% \text{Raw Fiber} + \% \text{Ashes})$$

The process for determining the digestibility coefficient was developed according to the protocol of Hsu *et al.*, 1977

The enzymes employed on this determination were:

Pig trypsin: Type IX, Sigma T-0134 23.100 Units.mL⁻¹

Las enzimas empleadas en esta determinación fueron:

Tripsina de porcino: Type IX, Sigma T-0134 23.100 Unidades.mL⁻¹

Quimiotripsina de Bovino: Type II, Sigma C-41 29.186 Unidades.mL⁻¹

Peptidasa Intestinal Porcino: Grado K, Sigma P-7520 0.052 Unidades.mL⁻¹

La determinación cuantitativa de los niveles de ácido cianhídrico HCN (cianida) se realizó según el método AACCC1983.

La determinación de la actividad antitripsina se efectuó de acuerdo con Kakade *et al.*, 1969.

Análisis estadístico de datos: Los datos obtenidos fueron expresados en valores promedio mediante el cálculo de la media aritmética más o menos la desviación estándar. Todos los datos fueron evaluados por homogeneidad de varianza usando el test de Barlett y normalidad empleando Kolmogorov-Smirnov (Walpole *et al.*, 2001). Se realizaron tres ensayos por triplicado y las diferencias fueron analizadas mediante el test de ANOVA y el análisis de media mediante un test de Tukey - Kramer. El criterio de significancia fue establecido con una probabilidad igual o menor al 5%. El software empleado para el análisis estadístico fue GraphPad InStat versión 3.1.

Resultados y discusión

En el cuadro 1, se observa que los cultivares Blanco y Moteado presentan peso de 100 semillas mayor que el Rojo, lo cual representa ventajas comerciales para la industrialización y mercadeo de los cultivares Blanco y Moteado; sin embargo el cultivar Rojo

Bovine chymotrypsin: Type II, Sigma C-41 29.186 Units.mL⁻¹

Pig intestine Peptin: Sigma degree P-7520 0.052 Units.mL⁻¹

The quantitative determination of the hydrocyanic acid HCN (cyanic) was done according to the method AACCC1983.

The determination of the anti-trypsin activity was done according to Kakade *et al.*, 1969.

Statistical analysis of the data: The data obtained were expressed in average values calculating the arithmetic mean and the standard deviation. All the data was evaluated by variance homogeneity using the Barlett test and normality employing Kolmogorov-Smirnov (Walpole *et al.*, 2001). Three essays were done three times, and the differences were analyzed using ANOVA tests and the Tukey's mean test - Kramer. The significant criteria were established with a probability equal or lower to 5%. The software employed for the statistical analysis was GraphPad InStat version 3.1.

Results and discussion

In table 1 are observed that cultivars white and spotted have a 100-seed weight, higher than red, which present commercial advantages for the industrialization and marketing of cultivars white and spotted; however, cultivar red is the most uniform among the studied vegetables.

The results obtained at a proximal composition level (table 2) show that there are significant differences ($P \leq 0.05$) in the protean content of the studied cultivars. The

Cuadro 1. Características morfológicas de las semillas de frijol Zaragoza (*Phaseolus lunatus* L.) estudiadas.

Table 1. Morphological characteristics of seeds of the studied Zaragoza bean (*Phaseolus lunatus* L.).

Accesión <i>P. Lunatus</i>	Color de grano	Masa de 100 semillas (g)*
Accesión Blanca	Blanco	43,58±0.48
Accesión Roja	Rojo claro	39,45±0.10
Accesión Moteada	Blancos con marrón	47,42±0.41

*Se reporta valor promedio de triplicado.

es el más uniforme entre los vegetales estudiados.

Los resultados obtenidos a nivel de composición proximal (cuadro 2), muestran que hay diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en el contenido proteico de los cultivares estudiados. El cultivar Blanco tiene un contenido de proteína mayor (21,28%) que los otros cultivares, siendo el de menor valor el cultivar Rojo (19,6%), pero el más uniforme al presentar la menor desviación estándar. Los contenidos de proteína encontrados en los tres cultivares son superiores al de *Cicer arietinum* L. (garbanzo) (19,6%) e inferiores a los de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) (20,4%), *Pisum sativum* (arvejas) (23,9%), *Lens esculenta* Medik (lentejas) (23,9%) y *Glycine max* (L.) Merr. (soya) (34%) de acuerdo a lo reportado por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en la tabla de composición de alimentos Colombianos (ICBF 7ª edición 1996). Se observa que para el caso de los cultivares de *P. lunatus* estudiados, el contenido proteico es aceptable desde el punto de vista nutricional, tratándose que son proteínas de origen vegetal las cuales podrían

white cultivar has a higher protein level (21.28%) than the other cultivars, being the one with the lower value the red cultivar (19.6%), but the more uniform presenting the lowest standard deviation. The protein contents found in the three cultivars are superior to *Cicer arietinum* L. (chickpea) (19.6%) and inferior to the ones of *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) (20,4%), *Pisum sativum* (peas) (23.9%), *Lens esculenta* Medik (lentils) (23,9%) and *Glycine max* (L.) Merr. (soy) (34%) according to the reported by the Colombian Institute of Family Wellness in the composition table of Colombian Food (ICBF 7th edition, 1996). It is observed that for the case of the studied cultivars of *P. lunatus*, the protean content is acceptable form the nutritional point of view, since are animal proteins which do not only have a very important nutritional role but also functional in the consumers.

Regarding the fat content in the three cultivars of the studied *P. lunatus*, is observed that are very similar, since was obtained a P of 0.98%, which indicates that the differences in fatty percentage is not significant.

Cuadro 2. Determinación física y composición química proximal de la harina integral de frijol Zaragoza (*Phaseolus lunatus* L.) en los tres cultivares estudiados.

Table 2. Physical determination and proximal chemical composition of integral flour of Zaragoza bean *Phaseolus lunatus* L.) in the three studied cultivars.

Parámetros	Accesión		
	Blanco	Moteado	Rojo
Fibra (%)*	3,72±0,39 ^b	3,03±0,14 ^c	4,09±0,38 ^a
Cenizas (%)*	3,42±0,05 ^a	3,76±0,07 ^c	3,74±0,04 ^b
Proteínas (%)*	21,28± 0,36 ^a	20,24±0,35 ^b	19,60±0,18 ^c
Humedad (%)*	8,97±0,39 ^a	8,58± ,33 ^a	8,47±0,20 ^a
Grasa (%)*	0,87±0,20 ^a	0,95±0,07 ^a	0,96±0,08 ^a
Carbohidratos (%)**	61,74	63,44	63,14

*Pruebas realizadas por triplicado (Se reporta valor promedio) **Determinación obtenida por diferencia. ^{a,b,c}Medias en una misma fila con diferente superíndice difieren significativamente (P<0,05).

no solo tener un papel muy importante desde el punto de vista nutricional sino también funcional en los consumidores.

Con respecto al contenido graso de los tres cultivares de *P. lunatus* estudiados, se observa que son muy similares, ya que se obtuvo una P de 0,98%; lo que indica que las diferencias en porcentaje graso no es significativo. Ahora bien, al tomar en cuenta los cultivares estudiados entre sí, se puede señalar que el contenido graso de los cultivares Rojo y Moteado es similar (0,96% y 0,95%, respectivamente) y algo menor, pero de cualquier forma no significativo, para el cultivar Blanco (0,87%), siendo los más uniformes en cuanto a este atributo los cultivares Moteado y Rojo al presentar desviación estándar de 0,07 y 0,08%, respectivamente.

Considering the cultivars studied in between, it can be mention that the fatty content of red and spotted cultivars is similar (0.96% and 0.95%, respectively), and a little lower, but insignificant, for the cultivar white (0.87%), being the more uniform to this attribute the red and spotted cultivars presenting standard deviation of 0.07 and 0.08% respectively.

In general, the fatty percentage for the cultivars to be studied is low, which agree to the values reported by the Colombian Institute of Family Wellness in the composition table of Colombian food (ICBF 7a edition, 1996), for pea *Pisum sativum* L. (0.8%), lentil *Lens culinaris* Medik (0.6%) and red bean *Phaseolus vulgaris* L. (1.2%) widely surpassed by the content reported for soy *Glycine Max* (L.) Merr (16.1%), (ICBF, 1996).

En general el porcentaje de grasa para los cultivares objeto de estudio es bajo lo cual es coincidente con los valores reportados por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en la tabla de composición de alimentos Colombianos (ICBF 7ª edición 1996), para alverja *Pisum sativum* L. (0,8%), lenteja *Lens culinaris* Medik (0,6%) y frijol rojo *Phaseolus vulgaris* L (1,2%) siendo superados ampliamente por el contenido reportado para soja *Glycine Max* (L.) Merr (16,1%), (ICBF, 1996).

Los resultados obtenidos en cuanto a fibra cruda muestran valores similares a los reportados para garbanzo *Cicer arietinum* L. (3,4%) y lenteja *Lens esculenta* Medik (4,4%), mientras que para soja se informa 7,3% (ICBF, 1996). Siendo el valor más alto para el caso del presente estudio, el reportado para el *P. lunatus* cultivar Rojo (4,09%).

Los porcentajes de fibra de los cultivares estudiados fueron variables presentando la mayor proporción de fibra el cultivar Rojo (4,09%) y el menor valor el cultivar Moteado (3,03%). El análisis estadístico arrojó una $P = 0,0018$, lo cual indica dada su significancia que el cultivar Rojo ofrece alguna ventaja funcional en cuanto a fibra dado que favorecería un mejor funcionamiento en cuanto al tránsito del contenido intestinal. Considerando el cultivar Rojo como el más funcional con respecto a los otros cultivares.

El contenido de humedad según se observa en el cuadro 2, fue similar para los tres cultivares estudiados de acuerdo con la probabilidad obtenida ($P=0,54$).

Los porcentajes de ceniza de los cultivares de *P. lunatus* estudiados

The results obtained in raw fiber show similar values to the reported for chickpea *Pisum sativum* L. (0.8%), lentil *Lens culinaris* Medik (0.6%) and red bean *Phaseolus vulgaris* L (1.2%) widely surpassed by the content reported for soy *Glycine Max* (L.) Merr (16.1%), (ICBF, 1996). While for soy is informed 7.3% (ICBF, 1996), being the highest value in this research the reported for *P. lunatus* red cultivar (4.09%).

The fiber percentages of the studied cultivars were variables, presenting the highest proportion of fiber the red cultivar (4.09%) and the lowest the spotted cultivar (3.03%). The statistical analysis showed $P = 0.0018$, which indicates, due to its importance, that red cultivar offers some functional advantage regarding fiber since it might favor a better functioning in the intestinal transit, considering the red cultivar as the most functional in relation to the others.

The humidity content as observed in table 2, was similar for the three studied cultivars according to the obtained probability ($P=0.54$).

The ashes percentages of the studied *P. lunatus* cultivars showed a P of 0.003, which indicates a very high significance regarding the established $P < 0.05$. Cultivars of higher and lower value were the spotted (3.76%) and white (3.42%). Cultivars red and white showed a higher uniformity on this characteristic with standard deviation of 0.04 and 0.05 respectively.

In table 3, are shown the values of protean digestibility of the different cultivars of the analyzed *P. lunatus*, along to the pattern protein. The latter

mostraron una P de 0,003 lo que indica una significancia muy alta con respecto a la establecida $P < 0,05$. Los cultivares de mayor y menor valor en cuanto al aspecto que se comenta fueron el Moteado (3,76%) y Blanco (3,42%). Los cultivares Rojo y Blanco evidencian mayor uniformidad en cuanto a esta característica con desviaciones estándar de 0,04 y 0,05, respectivamente.

En el cuadro 3 se muestran los valores de digestibilidad proteica de los diferentes cultivares de *P. lunatus* analizados, junto con el de la proteína patrón. Esta última no solo sirve para evaluar la eficiencia de las enzimas sino también como un factor de corrección para el laboratorio, por lo cual se incluye en dicho cuadro la digestibilidad corregida. De igual manera, se presenta la proteína y el porcentaje de proteína disponible que se deriva de la digestibilidad encontrada.

Los cultivares de *P. lunatus* Rojo y Blanco presentan los mayores valores de digestibilidad (70,70% y 70,34%, respectivamente), mientras que el porcentaje de proteína y proteína disponible se presentan con valores mucho más altos en el cultivar Blanco (15,01% de proteína disponible). Los valores de proteína disponibles expresan el contenido de proteína corregido por digestibilidad (cuadro 3).

El cultivar de *P. lunatus* que presenta el menor valor de digestibilidad y mayor uniformidad fue el Moteado (68,17%), así como también el menor valor de proteína disponible (13,84%), lo cual es de resaltar dado su apreciable contenido de proteína (20,24%). Este resultado es de interés dentro del objetivo del presente trabajo en el sentido,

is not only good to evaluate the efficiency of the enzymes but also as a correcting factor for the laboratory, therefore, in the table is included the corrected digestibility. Likewise, are presented the protein and the percentage of available protein that derives from the digestibility found.

Cultivars of red and white *P. lunatus* have the highest values of digestibility (70.70% and 70.34%, respectively), while the percentage of protein and available protein present with much higher values in white cultivar (15.01% of available protein). The values of available protein express the protein content corrected by digestibility (table 3).

The cultivar of *P. lunatus* with higher digestibility and higher uniformity was the spotted (68.17%) as well as the lower value of available protein (13.84%), which is noticeable due to its protein content (20.24%). This result is useful for this research to evaluate the protean quality and nutritional potential of the most common cultivars of *P. lunatus* in the Colombian Caribbean.

The results obtained, regarding digestibility, agree to the reported by Laurena *et al.*, 1991, who performed a research of nutritional value and digestibility in vitro of legumes from Philippines, reporting an in vitro protean digestibility for *P. lunatus* from 70 to 71%. On this sense, the in vitro protean digestibility reported for cultivars red and white of *P. lunatus* have similar levels to the reported in legume *Dolichos biflorus* (71%) by Rajyalakshmi and Geervan, 1990 and in *Glycine max* (71,10%) reported by Gross in 1982

Cuadro 3. Digestibilidad “*in vitro*” de la proteína presente en los cultivares de *P. lunatus* estudiados.
Table 3. In vitro digestibility of the protein presents in the studied *P. lunatus* cultivars.

Muestra	Coefficiente de digestibilidad	Digestibilidad corregida	Proteína (%)	Proteína disponible (%)
Accesión Blanca	70,34±0,51 ^b	70,56	21,28±0,36	15,01
Accesión Moteada	68,17±0,67 ^c	68,39	20,24±0,35	13,84
Accesión Roja	70,70±0,01 ^a	70,92	19,60±0,18	13,90
Casilan (sustancia patrón)	89,71	90,00	-	-

*Pruebas realizadas por triplicado (se reporta valor promedio). ^{a,b,c}Medias en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (P<0,05).

de evaluar la calidad proteica y el potencial nutricional de los cultivares de *P. lunatus* más comunes en el Caribe Colombiano.

Los resultados obtenidos, en cuanto a digestibilidad, concuerdan con los reportados por Laurena *et al.*, 1991, quienes al realizar un estudio de valoración nutritiva y digestibilidad *in vitro* de leguminosas nativas en Filipinas reportaron una digestibilidad proteica *in vitro* para *P. lunatus* entre el rango de 70 a 71%. En ese mismo sentido, la digestibilidad proteica *in vitro* reportada para los cultivares Rojo y Blanco de *P. lunatus* tienen niveles similares a los reportados en la leguminosa *Dolichos biflorus* (71%) por Rajyalakshmi and Geervan, 1990 y en *Glycine max* (71,10%) reportado por Gross en 1982.

Por otra parte, los resultados encontrados para todos los cultivares estudiados superan a los reportados para la leguminosa *Canavalia ensiformis* la cual se estimó en 57,52% +/- 1,01 según datos obtenidos por Zamora, 2003, en un estudio sobre recursos alimenticios alternativos con gran potencial para la alimentación animal y humana. Este último aspecto abre posibilidades para considerar el género *P. lunatus* por lo menos en cuanto a los cultivares estudiados, como recurso alimenticio alternativo en nuestra región.

La figura 1 permite deducir que el contenido de HCN en ppm en los cultivares de *P. lunatus* presentan diferencias significativas, siendo el cultivar Moteado el de mayor proporción de este compuesto. El cultivar Blanco, por su parte, presenta el menor porcentaje de ácido cianhídrico.

On the other hand, the results found for all the studied cultivars surpass the reported for the legume *Canavalia ensiformis*, which was estimated in 57.52% +/- 1.01 according to the data obtained by Zamora, 2003, in a research about alternative food sources with great potential for animal and human consumption. The latter aspect gives the possibility to consider *P. lunatus*, at least regarding the studied cultivars, as an alternative food source in our region.

Figure 1 allows deducing that the HCN content in ppm in cultivars of *P. lunatus* present significant differences, being the spotted cultivar the one with highest proportion. White cultivar has the lowest percentage of hydrocyanic acid.

The results found in the current research are inside the ranks reported by Ruiz Camacho, (1975) and Torres *et al.* (1999) according to which, the reports for bean Carauta ó Zaragoza (*P. lunatus*) are generally located from 25 to 55 ppm, expressed in hydrocyanic acid (HCN), very low from the toxic doses for humans, where is generally accepted a limit concentration from 100 to 200 ppm of HCN. As can be seen, the ranks found in the essays go through 3.6 ppm in white cultivar and 28.8 ppm in spotted cultivar (figure 1).

Some researchers also report that spotted seeds of *P. lunatus* generally content a high content of glycosides (Torres *et al.*, 1999). In this matter, this agrees and is eventually related to the determined values 3.6 ppm for white cultivar and higher values for red and spotted cultivars (14.4 ppm and 28.8 ppm, respectively).

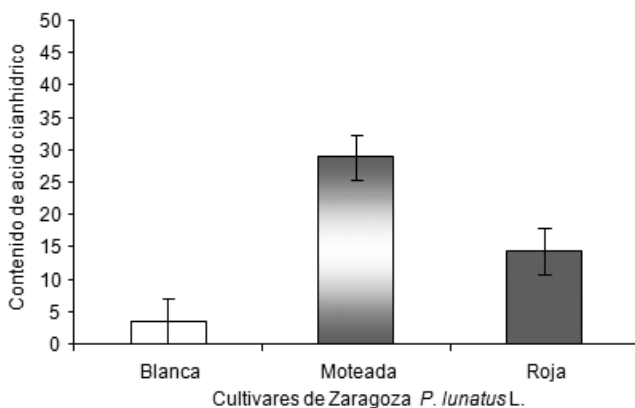


Figura 1. Contenido de ácido cianhídrico en los cultivares Blanco, Moteado y Rojo de la Zaragoza *P. lunatus* L.

Figure 1. Content of hydrocyanic acid in white, spotted and red cultivars of Zaragoza *P. lunatus* L.

Los resultados encontrados en el presente estudio se enmarcan dentro del rango reportado por Ruiz Camacho, (1975) y Torres *et al.*, (1999) según los cuales, en general, los reportes para frijol Carauta ó Zaragoza (*P. lunatus*) se sitúan en general entre 25 a 55 ppm, expresados en ácido cianhídrico (HCN), muy por debajo de las dosis toxicas para el hombre, en la que generalmente se acepta una concentración límite de 100 a 200 ppm de HCN. Como se puede apreciar el rango encontrado en los ensayos efectuados va de 3,6 ppm. en el cultivar Blanco 28,8 ppm en el cultivar Moteado (figura 1).

Algunos estudios también reportan, que las semillas coloreadas de *P. lunatus* por lo general, contienen un alto contenido de glucósidos (Torres *et al.*, 1999). En este caso coincide y eventualmente se correlaciona con los valores determinados 3,6 ppm para el cultivar Blanco y mayores valores para

The studied samples do not agree to the trypsin inhibitors (figure 2)

In the same order of ideas, evaluating the trypsin activity is shown a null inhibition of the proteolytic activity of it. This result suggests carrying further researchers with enzymatic inhibitors type alpha- chymotrypsin, chymotrypsin or plasmin, which may also influence as anti-nutritional factors in legumes of Phaseolus genre.

Conclusions

From the *P. lunatus* cultivars studied, the one with more interesting nutritional characteristics is the white cultivar, shown with a better correlation between the protein percentage, digestibility coefficient and percentage of available protein, as well as lower content of HCN.

P. lunatus cultivars, due to the nutritional attributes that have:

los cultivares Rojo y Moteado (14,4 ppm y 28,8 ppm, respectivamente).

Las muestras estudiadas no contienen inhibidores de tripsina (figura 2).

En ese mismo orden de ideas, se podría indicar que al evaluar la actividad de la tripsina se muestra una nula inhibición de la actividad proteolítica de la misma. Este resultado sugiere proyectar estudios posteriores con inhibidores enzimáticos del tipo alfa-quimotripsina, quimotripsina o plasmina que también pueden incidir como factores antinutricionales en leguminosas del género *Phaseolus*.

Conclusiones

De los cultivares de *P. lunatus* L. estudiados, el que presenta características nutricionales de mayor interés es el cultivar Blanco, manifestado esto con una mejor correlación entre el porcentaje de proteína, coeficiente

protein content, acceptable digestibility and low content of anti-nutritional factors give the opportunity of designing new food products and/or incorporate them to other food to improve the nutritional quality.

Acknowledgement

The authors want to acknowledge the economical support given by Universidad de Cartagenas, through the Scientific and Technological Research Center CICTE, to develop this research.

End of english version

de digestibilidad y porcentaje de proteína disponible; así como también menor contenido de HCN.

Los cultivares de *P. lunatus*, debido a los atributos nutricionales que manifiestan: contenido de proteína,

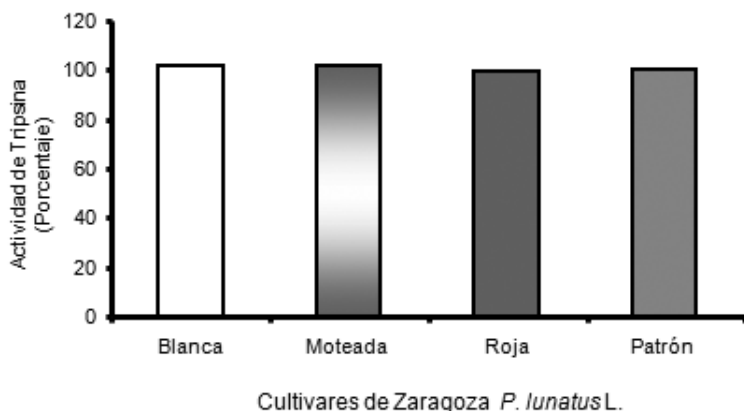


Figura 2. Actividad de Tripsina en los cultivares Blanco, Moteado y Rojo de la Zaragoza *P. lunatus* L.

Figure 2. Trypsin activity in white, spotted and red cultivars of Zaragoza *P. lunatus* L..

aceptable digestibilidad y bajo contenido de factores antinutricionales, dan la oportunidad de diseñar nuevos productos alimenticios y/o incorporarlos a ciertos tipos de alimentos y así mejorar su calidad nutritiva.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo económico dado por la Universidad de Cartagena a través del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas CICTE para el desarrollo del presente trabajo.

Literatura citada

- American Association of Cereal Chemists. 1983. Approved Methods of the AACC. St Paul, MN. AACC.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. 15 Edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA.
- Gross, R. 1982. Composition and protein quality of winged bean (*Phaseolus tetragonolobus*). *Qual. Plant*—Plant Foods for Human Nutrition. 32: 117-124.
- Kakade, D., M. Sousa y L. Morhy. 1995. Purification, characterization, sequence determination and mass spectrometric analysis of a trypsin inhibitor from seeds of the brazilian tree *Dipterys alata* (Leguminosae). *Journal of Protein Chemistry* 14: 685-693.
- Hsu, H.W., D.L. Vavak., I.D. Satterlee y A. Miller. 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J. Food Sci.* 42: 1269-1273.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. 1996. Tabla de composición de Alimentos Colombianos. ICBF 7° Edición.
- Laurena, A., F. Rodríguez., N. Sabino., A. Zamora and E. Mendoza. 1991. Amino acid composition, relative nutritive value and *in vitro* protein digestibility of several Philippine indigenous legumes. *Plant Foods for Human Nutrition.* 41: 59-68.
- León, R., I. Angulo, F. Jaramillo, F. Requena y H. Calabrese. 1993. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. *Zootecnia Tropical.* Vol 11 N°2: 151-170
- Rajyalakshmi, P. y P. Geervani. 1990. Studies on tribal food of South India: Effect of processing methods on vitamin and *in vitro* protein digestibility (IVPD) of cereal/ millets and legumes. *Journal of Food Science and Technology.* 27: 260-263.
- Ruiz Camacho, R. 1975. El cultivo del frijol. *Temas de Agropecuaria Editores.*
- Torres, A., P. Ballesteros y M. Barrera. 1999. Reincorporación del frijol carauta (*Phaseolus lunatus* L.). La agricultura tradicional en el resguardo indígena de San Andrés de Sotavento. Córdoba, Colombia. PGR Newsletter. FAO-BIOVERSITY. Sections Article. Published in Issue N°. 123: 23-27
- Walpole, R.E., R.H. Myers y S.L. Myers. 1999: "Probabilidad y Estadística para Ingenieros". Prentice Hall. 6° ed.
- Zamora, N. 2003. Efecto de la extracción sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en harinas de *Canavalia ensiformis*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* Vol.53, Número 3.