

EFFECTO DE TRATAMIENTOS TERMICOS Y NO TERMICOS EN LA COMPOSICION NUTRICIONAL Y ANTINUTRICIONAL DE SEMILLAS DE *VIGNA UNGUICULATA* VARIEDAD CALIFORNIA BLACK.

F. PEYRANO⁽¹⁾; M.G. CHAVES⁽¹⁾; B. ACEVEDO⁽¹⁾ y M.V. AVANZA⁽¹⁻²⁾

RESUMEN: *Vigna unguiculata* es una leguminosa originaria de África, perteneciente a la familia *Fabaceae*, y es cultivada en el Nordeste Argentino (NEA) por numerosos productores. Las legumbres juegan un papel importante en la nutrición humana pero la presencia de factores antinutricionales (FANs) (polifenoles, taninos y ácido fítico) inhibe la digestibilidad de sus proteínas y reduce la biodisponibilidad de algunos minerales esenciales. El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto de tratamientos térmicos y no térmicos cotidianamente utilizados sobre la composición nutricional, antinutricional y la digestibilidad in vitro de proteínas de semillas de *V. unguiculata* variedad California black (CB) cultivadas en el NEA. Se aplicaron cuatro tratamientos: 1) remojo: en solución de bicarbonato de sodio 0,021% p/v (1:10 p/v) durante 120, 240 y 360 min; 2) cocción en agua (1:10 p/v) 100 °C durante 20, 40 y 60 min; 3) autoclave: en agua (1:10 p/v) 121 °C, 2.175 kPa, durante 10, 20 y 30 min; 4) remojo-cocción: en agua (1:10 p/v) 360 min y luego 20 y 60 min a 100 °C. Los tratamientos de autoclave y remojo-cocción fueron los más efectivos para disminuir el contenido de factores antinutricionales (> 50%), sin modificar significativamente la composición nutricional, incrementándose la digestibilidad de las proteínas, que alcanzó valores de 92,8%.

ABSTRACT: *Vigna unguiculata* is a legume that belongs to the *Fabaceae* family and it is cultivated by many producers in Northeastern of Argentina (NEA). Legumes play an important role in human nutrition, but the presence of antinutritional factors (ANFs) inhibits digestibility of proteins and reduces bioavailability of certain minerals. The purpose of this study was to evaluate the effect of thermal and non-thermal treatments frequently used on the nutritional and antinutritional composition, and in vitro protein digestibility of cowpea seeds [*California black* variety (CB)] cultivated in the NEA. Seeds were subjected to the following treatments: 1) soaking: in sodium bicarbonate solution 0.02% w/v (1:10 w/v) for 120, 240 and 360 min, 2) cooking: in water (1:10 w/v) 100 °C for 20, 40 and 60 min, 3) autoclaving: in water (1:10 w/v) 121 °C, 2.175 kPa, during 10, 20 and 30 min, 4) soaking-cooking: in water (1:10 w/v) 360 min after 20 and 60 min at 100 °C. The most effective treatments were autoclaving and soaking-cooking. A reduction over 50% of all anti-nutritional factors (polyphenols, tannins and phytic acid) was achieved without significant modification of the nutritional composition. The protein digestibility reached values of 92.8%.

Palabras claves: Polifenoles, taninos, ácido fítico, digestibilidad in vitro de proteínas.

Key words: polyphenols, tannins, phytic acid, in vitro protein digestibility.

INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento de la población mundial, la creciente necesidad de proteínas y el aumento del precio de la proteína animal, ha incentivado la búsqueda de fuentes alternativas capaces de ofrecer proteínas de alto valor nutritivo y cualidades organolépticas aceptables.

(1) Laboratorio de Tecnología Química, FACENA-UNNE, Corrientes, Argentina. E-mail: fe-li_peyrano@hotmail.com

(2) Laboratorio de Tecnología Química, UNNE-CONICET, Av. Libertad 5470 (3400) Corrientes, Argentina. E-mail: vavanza@yahoo.es

Las legumbres juegan un papel importante en la nutrición humana puesto que son fuentes ricas de proteínas, calorías, minerales y vitaminas (Deshpande, 1992). Realzan el contenido proteico de dietas a base de cereales, ya que los mismos son deficientes en ciertos aminoácidos esenciales, particularmente lisina (Amjad *et al.*, 2003). Sin embargo las legumbres son deficientes en aminoácidos azufrados (metionina, cistina y cisteína) (Farzana *et al.*, 1999).

Vigna unguiculata (Sinónimo: *Vigna sinensis*) pertenece a la familia *Fabaceae*. Es una leguminosa originaria de África, de clima tropical o sub-tropical (Gepts, 2002). Nigeria es el mayor productor mundial y en América, Brasil es el país de mayor superficie cultivada, en especial en su zona nordeste (FAO, 2000). En Argentina se la conoce como caupí, poroto arroz, poroto tape, porotito del ojo, poroto señorita, entre otros. Su cultivo es de larga tradición en la cultura agronómica del Nordeste Argentino (NEA), siendo conocida su producción en pequeña escala de numerosos productores.

Los bajos valores nutricionales de las legumbres como alimento, se deben a la presencia de algunos factores antinutricionales (FANs) (Morrow, 1991). Los taninos y polifenoles inhiben la digestibilidad de las proteínas acomplejándolas, mientras que el ácido fítico reduce la biodisponibilidad de algunos minerales esenciales (Duhan *et al.*, 1989; Van der Poel, 1990). Distintos métodos de cocción mejoran la calidad alimenticia de las legumbres a causa de la remoción parcial de polifenoles y taninos (Singh, 1993; Souza *et al.*, 2002). Vijayakumari *et al.* (1998) encontraron que los tratamientos térmicos (cocción y autoclave) reducen significativamente el contenido de FANs excepto el de ácido fítico y aumentan la digestibilidad de proteínas en dos especies de *Vigna*. Rehman and Shah, (2005) informaron que la cocción a presión (autoclave) fue más eficaz que el método convencional (remojado-cocción) en la reducción de FANs de diversas legumbres (lenteja, garbanzo, frijoles).

El objetivo del trabajo fue analizar el efecto de tratamientos térmicos y no térmicos sobre el contenido de nutrientes y antinutrientes en semillas de *V. unguiculata*, variedad California black (CB), con el fin de fomentar su consumo en la región del NEA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material

Las semillas de *V. unguiculata* variedad California black (CB) utilizadas para este trabajo fueron provistas por la Estación Experimental El Sombrero-Corrientes, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Tratamientos

Remojado: las semillas se colocaron en una solución de bicarbonato de sodio (0,02% p/v pH 8,6) (1:10 p/v), durante 120, 240 y 360 min.

Cocción: las semillas se cocinaron en agua destilada a 100 °C a presión atmosférica (1:10 p/v), durante 20, 40 y 60 min.

Autoclave: las semillas se cocinaron en agua destilada a 121 °C y 2.175 kPa (1:10 p/v), durante 10, 20 y 30 min.

Remojado-Cocción: las semillas fueron remojadas por 360 min según el método descrito anteriormente y luego cocinadas a 100 °C a presión atmosférica en agua destilada (1:10 p/v) por 20 y 60 min.

Luego de cada tratamiento las semillas fueron lavadas con agua destilada y secadas a 55 °C durante 24 h. Seguidamente fueron molidas en un molinillo eléctrico (Braun modelo KSM 2, México, 2008) y tamizadas a través de ASTM 80 (177 µm). Las harinas resultantes se conservaron a 4 °C en recipientes herméticos hasta su análisis. Los tratamientos se realizaron por triplicado.

Composición química

El contenido de humedad, cenizas, fibra bruta, lípidos y proteínas (Kjeldhal N x 6,25) fueron determinados por los métodos recomendados por la AOAC, (1990). El contenido de hidratos de carbono se determinó por el método de la antrona (Rose *et al.*, 1991). El análisis de minerales se realizó por espectrometría de absorción atómica (GBC 932 Plus model, Australia, 2001) usando Lantano 10.000 ppm como patrón (Kalra, 1998).

Factores antinutricionales (FANs)

El contenido de polifenoles totales fue estimado según el método de Sadasivam y Manickam (1992). El nivel de taninos se determinó por el método de la vainillina-HCl según Price *et al.* (1978). El método de Wheeler and Ferrel (1971) se utilizó para la determinación del contenido de ácido fítico.

Digestibilidad in vitro de proteínas (DIVP)

La digestibilidad in vitro de proteínas se determinó según la técnica multienzimática descrita por Hsu *et al.* (1977). En este método se utilizan cuatro enzimas proteolíticas para digerir las proteínas, registrándose el cambio de pH, debido a la liberación de aminoácidos, a un intervalo fijo de tiempo.

La DIVP se calculó usando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ digestibilidad} = 234,84 - 22,56 x$$

donde x es el pH después de 20 min de incubación.

Análisis de los resultados

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. El efecto de los tratamientos térmicos y no térmicos sobre las semillas de *V. unguiculata* CB fueron evaluados estadísticamente mediante un análisis de varianza ANOVA ($\alpha=0,05$). Se utilizó el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición nutricional y antinutricional

La composición química de semillas de *V. unguiculata* CB se muestra en la Tabla 1. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Amjad *et al.* (2006); Khalid *et al.* (2012) y Avanza *et al.* (2013) para *V. unguiculata*. El contenido de proteínas fue similar al informado para otras legumbres (lenteja, garbanzo, frijoles) pero inferior a lo reportado en soja (Cantoral *et al.*, 1995; Rehman and Shah, 2005). El contenido de hidratos de carbono fue semejante al de *Canavalia*, *Cassia* y *Mucuna*, (Vadivel and Janardhanan, 2005) y superior al de soja (Cantoral *et al.*, 1995). De los minerales estudiados, se observó un alto contenido en P y K, bajo contenido en Na, y valores intermedios de Ca y Mg (Tabla 1). Amjad *et al.* (2006) informaron un contenido similar en P y K, pero mayor en Na.

Tabla 1: Composición nutricional y antinutricional de *V. unguiculata* CB.*

Composición química		Minerales		FANs	
Proteínas	24,73 ± 0,15	P	0,40 ± 0,01	Polifenoles	0,18 ± 0,01
Carbohidratos	66,04 ± 2,16	K	1,08 ± 0,01		
Lípidos	2,59 ± 0,12	Mg	0,17 ± 0,01	Taninos	0,20 ± 0,01
Cenizas	3,40 ± 0,02	Ca	0,19 ± 0,01		
Fibra bruta	3,23 ± 0,05	Na	5,48 ± 0,06	Ac. Fítico	2,06 ± 0,02

*Resultados expresados en g/100g de harina, excepto Na expresado en mg/100g de harina, en base seca ± desviación estándar (n=3).

Dentro de los FANs, el ácido fítico se encontró en mayor proporción, y el contenido de polifenoles y taninos mostraron valores semejantes entre ellos (Tabla 1). Estos valores concuerdan con los encontrados por Vijayakumari *et al.* (1998), excepto el contenido de ácido fítico que fue superior. Por otro lado, este último fue similar a lo informado por Cantoral *et al.* (1995) para guisante, soja y arveja. Almeida *et al.* (2008) reportan valores semejantes de taninos en diferentes variedades de *V. unguiculata* cultivadas en Brasil.

Efecto de los tratamientos

El contenido de lípidos disminuyó en menor proporción con remojo (7%) que con los tratamientos térmicos (15%) (Tabla 2), coincidiendo en lo informado por Giami, (2005). La mayor reducción de carbohidratos se produjo por cocción a 60 min (20%), encontrándose similares a los informados por Avanza *et al.* (2013) para otras variedades de *V. unguiculata*. No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los valores de proteínas obtenidos luego de cada tratamiento (Tabla 2). Esto concuerda con Giami (2005), mientras Rehman and Shah, (2005) encontraron pérdidas de proteínas de 2,5-3,5% en otras legumbres luego de tratamientos más drásticos a los utilizados en este trabajo.

Con respecto a los minerales, el tratamiento remojo-cocción provocó las principales pérdidas de K (45%), Mg (35%) y Ca (35%). En cambio, el P se incrementó lige-

ramente con los tratamientos térmicos (15%) (Tabla 3). El Na no fue determinado durante los tratamientos de remojado y remojado-cocción, ya que el mismo se halla presente en la solución utilizada para estos ensayos. Sin embargo presentó una disminución del 30-35% con cocción y autoclave (Tabla 3). La reducción del contenido de minerales podría deberse a la difusión de los mismos en el medio de cocción (Pirman and Stibilj, 2001). Avanza *et al.* (2013) encontraron una reducción similar con los tratamientos térmicos, principalmente autoclave, para otras variedades de *V. unguiculata*.

Los fitatos, a pH fisiológico, se encuentran con cargas negativas, uniéndose covalentemente a cationes divalentes, tales como Mg, Ca, Fe y Zn, formando complejos insolubles que disminuyen la biodisponibilidad de estos minerales esenciales (Rimbach *et al.*, 1994). El tratamiento de remojado disminuyó 24-28% el contenido de ácido fítico (Tabla 4), similar a lo informado para *V. sinensis* (22-33%) e inferior al de *V. aconitifolia* (42%) (Vijayakumary *et al.*, 1998). Los tratamientos térmicos resultaron en mayores pérdidas de ácido fítico (cocción 15-38%, remojado-cocción 55-63% y autoclave 53-83%) (Tabla 4). Avanza *et al.* (2013) obtuvieron resultados similares para otras variedades de *V. unguiculata*, mientras Vijayakumary *et al.* (1998) informaron pérdidas menores (13-31%) con los tratamientos térmicos. La pérdida de ácido fítico podría atribuirse a la actividad de las fitasas presentes en las legumbres, la difusión en el agua de lavado y la inestabilidad térmica de los fitatos (Udensi *et al.*, 2007).

Tabla 2: Composición química de semillas de *V. unguiculata* CB, tratadas y no tratadas.*

Tratamiento	min	Proteínas	Carbohidratos	Lípidos	Cenizas
Nativa		24,73 ± 0,15abc	66,04 ± 2,16ab	2,60 ± 0,13a	3,40 ± 0,02a
Remojado	120	24,23 ± 0,13bc	59,40 ± 1,25c	2,60 ± 0,12a	3,35 ± 0,06a
	240	23,96 ± 0,66c	66,00 ± 1,04ab	2,57 ± 0,11ab	3,27 ± 0,11ab
	360	25,74 ± 0,36a	55,23 ± 2,09de	2,42 ± 0,06b	3,25 ± 0,19ab
Cocción	20	23,90 ± 0,22c	67,46 ± 3,24a	2,24 ± 0,05c	3,10 ± 0,14b
	40	24,57 ± 0,90abc	67,30 ± 2,37a	2,19 ± 0,01c	2,64 ± 0,09c
	60	25,38 ± 0,52ab	52,73 ± 1,55e	2,18 ± 0,03c	2,24 ± 0,03d
Autoclave	10	25,60 ± 0,78a	67,36 ± 1,70a	2,20 ± 0,02c	1,96 ± 0,05e
	20	23,86 ± 0,66c	63,22 ± 1,09b	2,19 ± 0,02c	2,02 ± 0,04e
	30	24,17 ± 0,29c	65,20 ± 2,99ab	2,18 ± 0,02c	2,02 ± 0,04e
Remojado-cocción	20	25,31 ± 0,47ab	52,85 ± 2,20e	2,19 ± 0,02c	2,25 ± 0,05d
	60	24,38 ± 0,56bc	58,21 ± 2,04cd	2,18 ± 0,02c	2,23 ± 0,02d

*Resultados expresados en g/100g de harina, en base seca, ± desviación estándar (n=3).

a,b,c,d,e. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05).

Tabla 3: Contenido de minerales en semillas de *V. unguiculata* CB, tratadas y no tratadas*.

Tratamiento	min	P	K	Mg	Ca	Na
Nativa		0,40 ± 0,01de	1,08 ± 0,01a	0,17 ± 0,01a	0,19 ± 0,01abc	5,48 ± 0,06ab
Remojado	120	0,42 ± 0,02cde	0,96 ± 0,04b	0,16 ± 0,01abc	0,16 ± 0,01abcd	ND
	240	0,37 ± 0,02e	1,07 ± 0,05a	0,17 ± 0,01ab	0,12 ± 0,01d	ND
	360	0,42 ± 0,01cde	1,08 ± 0,02a	0,16 ± 0,01abcd	0,13 ± 0,01bcd	ND
Cocción	20	0,43 ± 0,01bcde	0,96 ± 0,01b	0,15 ± 0,01abcd	0,12 ± 0,01d	4,35 ± 0,09abc
	40	0,42 ± 0,02cde	0,88 ± 0,01c	0,13 ± 0,01abcd	0,19 ± 0,01ab	4,51 ± 0,10abc
	60	0,46 ± 0,01abcd	0,83 ± 0,04c	0,12 ± 0,01cd	0,18 ± 0,01abcd	3,89 ± 0,11abc
Autoclave	10	0,51 ± 0,03ab	0,66 ± 0,01de	0,12 ± 0,01cd	0,20 ± 0,01a	3,35 ± 0,08c
	20	0,54 ± 0,02a	0,68 ± 0,03d	0,11 ± 0,01d	0,18 ± 0,01abcd	3,61 ± 0,10bc
	30	0,48 ± 0,02abc	0,71 ± 0,02d	0,12 ± 0,01cd	0,20 ± 0,01a	3,50 ± 0,05c
Remojado- Cocción	20	0,46 ± 0,02abcd	0,72 ± 0,02d	0,12 ± 0,01bcd	0,12 ± 0,01cd	ND
	60	0,51 ± 0,01ab	0,59 ± 0,01e	0,12 ± 0,01bcd	0,12 ± 0,01cd	ND

*Resultados expresados en g/100g de harina, Na se expresa en mg/100g de harina, en base seca, ± desviación estándar (n=3).

a,b,c,d,e. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05).

ND: no determinado.

El contenido de polifenoles totales y taninos aumentó (10-30%) a tiempos cortos de remojado (Tabla 4), mientras que Vijayakumary *et al.* (1998) reportaron un aumento de 43% de taninos con 4 h de remojado. Estos incrementos podrían deberse a la degradación de polímeros insolubles de alto peso molecular en polímeros solubles de bajo peso molecular, que dan reacción coloreada con los reactivos utilizados en las determinaciones respectivas (Satwadhari *et al.*, 1981). En el caso de los tratamientos térmicos, la cocción prolongada produjo disminución del 30-39% de polifenoles y 25% de taninos. En contraste, los tratamientos de autoclave y remojado-cocción, a cortos tiempos, lograron una disminución más acentuada (mayor al 50%) para ambos FANs. La pérdida de estos antinutrientes se podría atribuir a la solubilidad en agua y a la degradación térmica de los mismos (Barampama and Simard, 1994). Comportamientos similares, de polifenoles, fueron reportados para *V. unguiculata* cultivadas en Nigeria por Onwuka *et al.* (2006). Rheman and Shah (2005) informaron pérdidas menores de taninos (alrededor del 30%), con autoclave y remojado-cocción para garbanzos, lentejas, frijoles.

Tabla 4: Contenido de FANs en semillas de *V. unguiculata* CB, tratadas y no tratadas.*

Tratamiento	min	Polifenoles	Taninos	Ácido Fítico
Nativa		0,18 ± 0,01d	0,200 ± 0,011b	2,06 ± 0,02a
Remojado	120	0,23 ± 0,01a	0,218 ± 0,009a	1,57 ± 0,04c
	240	0,19 ± 0,01c	0,161 ± 0,007d	1,47 ± 0,06d
	360	0,20 ± 0,01b	0,180 ± 0,012c	1,48 ± 0,05d
Cocción	20	0,17 ± 0,01e	0,208 ± 0,012ab	1,76 ± 0,03b
	40	0,11 ± 0,01g	0,146 ± 0,006e	1,44 ± 0,02d
	60	0,12 ± 0,01f	0,147 ± 0,003e	1,28 ± 0,03e
Autoclave	10	0,08 ± 0,01i	0,092 ± 0,007h	0,93 ± 0,05f
	20	0,08 ± 0,01i	0,093 ± 0,005gh	0,77 ± 0,02h
	30	0,07 ± 0,01j	0,084 ± 0,004h	0,34 ± 0,01i
Remojado-cocción	20	0,10 ± 0,01h	0,125 ± 0,003f	0,97 ± 0,01f
	60	0,08 ± 0,01i	0,102 ± 0,006g	0,85 ± 0,01g

*Resultados expresados en g/100g de harina, en base seca, ± desviación estándar (n=3).
a,b,c,d,e,f,g,h,i,j. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05).

Digestibilidad in vitro de proteínas (DIVP)

La digestibilidad de las proteínas presentes en la harina nativa fue de 83,52% (Tabla 5), lo cual concuerda con los valores informados por Khattab *et al.* (2009) para harinas de *V. unguiculata*. Estos últimos, encontraron valores menores de DIVP en harinas de *Phaseolus vulgaris* (70,53%) y *Pisum sativum* (78,40%). Con remojado, la DIVP, aumentó un 2%, sin observarse diferencias significativas al aumentar el tiempo del tratamiento. Con cocción y remojado-cocción la DIVP se incrementó un 11%, mientras que el mayor aumento de digestibilidad fue del 12% con el tratamiento de autoclave 10 min. Sin embargo, se observó una ligera disminución de la misma a tiempos prolongados de autoclave (Tabla 5).

Tabla 5: DIVP de harinas de *V. unguiculata* CB, tratadas y no tratadas.*

Tratamiento	min	DIVP (%)
Nativa		83,52 ± 0,15e
Remojado	120	85,22 ± 0,48d
	240	85,56 ± 0,03d
	360	85,12 ± 0,04d
Cocción	20	90,94 ± 0,21c
	40	92,88 ± 0,09b
	60	92,85 ± 0,38b
Autoclave	10	93,59 ± 0,03a
	20	92,99 ± 0,09b
	30	92,79 ± 0,04b
Remojado-Cocción	20	92,87 ± 0,05d
	60	92,93 ± 0,08d

* Resultados expresados en base seca, ± desviación estándar (n=3).
a,b,c,d,e. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05).

La disponibilidad de ciertos aminoácidos, especialmente la lisina, se reduce al aumentar el tiempo y la temperatura de tratamiento, lo cual puede ser la razón de la disminución de la digestibilidad de las proteínas (Wu *et al.*, 1994). El aumento de la digestibilidad de proteínas luego de los tratamientos térmicos puede deberse a la disminución del contenido de FANs, (Udensi *et al.*, 2007); la inactivación de inhibidores de proteasas lábiles y la desnaturalización de proteínas que modifican su estructura, especialmente las globulinas, dejándolas más expuestas al ataque de las enzimas (Walker and Kochar, 1982).

CONCLUSIONES

Las semillas de *V. unguiculata*, variedad California black, cultivadas en el NEA son importantes fuentes de proteínas, hidratos de carbono y minerales. El empleo de tratamientos térmicos, disminuyó el contenido de factores antinutricionales, sin modificar drásticamente la composición química de las semillas y aumentó significativamente la digestibilidad de proteínas. Con el tratamiento autoclave se obtuvieron resultados similares a remojado-cocción, a tiempos considerablemente más cortos, siendo el segundo más cotidianamente utilizado por su simplicidad. Por tal motivo, es recomendable el uso de estos tratamientos en la preparación de comidas a base de porotos caupí. Asimismo, a partir de estas semillas se podrían obtener harinas y aislados proteicos, con el fin de ser utilizados para la formulación de alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, D.T.; A.R. GREINER; D.M.N. FURTUNADO; I.N.S. TRIGUEIRO and M.P.N. ARAUJO, 2008. Content of some antinutritional factors in bean cultivars frequently consumed in Brazil. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 243-249.
- AMIAD, I.; I.A. KHALIL and H. SHAH, 2003. Nutritional yield and amino acid profile of rice protein as influenced by nitrogen fertilizer. *Sarhad Journal of Agriculture*, 19: 127-134.
- AMIAD, I.; I.A. KHALIL; N. ATEEQ and M.S. KHAN, 2006. Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*, 97: 331-335.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis (Métodos: 915.03; 920.87; 925.10; 923.03; 920.39), Edición 15. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA.
- AVANZA, M.; B. ACEVEDO; M. CHAVES and M. AÑÓN, 2013. Nutritional and anti-nutritional components of four cowpea varieties under thermal treatments: Principal component analysis. *LWT-Food Science and Technology*, 51: 148-157.
- BARAMPAMA, Z. and R.E. SIMARD, 1994. Oligosaccharides, antinutritional factors and protein digestibility of dry beans as affected by processing. *Journal of Food Science*, 59: 833-838.
- CANTORAL, R.; A. FERNÁNDEZ-QUINTELA; J.A. MARTÍNEZ y M.T. MACARALLA, 1995. Estudio comparativo de la composición y el valor nutritivo de semillas y concentrados de proteína de leguminosas. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 45 (3): 242-248.

- DESHPANDE, S.S., 1992. Food legumes in human nutrition: a personal perspective. *Food Science and Nutrition*, 32: 333-363.
- DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO, 2008. InfoStat, versión 2008. Córdoba, Argentina: FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- DUHAN, A.B.M.; D. CHAUHAN and A.C. KAPOOR, 1989. Phytic acid contents of chick and black gram. Varietal difference and effect of domestic processing and cooking methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49: 449-455.
- FARZANA, W. and I.A. KHALIL, 1999. Protein quality of tropical food legumes. *Journal of Science and Technology*, 23: 13-19.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 2000. Crop records. Dry beans. <http://www.fao.org/es/24/05/00>.
- GEPTS, P., 2002. A comparison between crop domestication, classical plant breeding, and genetic engineering. *Crop Science*, 42: 1780-1790.
- GIAMI, S.Y., 2005. Compositional and nutritional properties of selected newly developed lines of cowpea (*V. unguiculata* L. Walp). *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 665-673.
- HSU, H.M.; D.L. VAVAK; L.D. SATTERLEE and G.A. MILLER, 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *Journal of Food Science*, 42: 1269-1271.
- KALRA, P.Y., 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. USA: CRC Press.
- KHALID, I.I.; S.B. ELHARDALLOU and E.A. ELKHALIFA, 2012. Composition and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) flour and protein isolates. *American Journal of Food Technology*, 7 (3): 113-122.
- KHATTAB, R. Y.; S.D. ARNTFIELD and C.M. NYACHOTI, 2009. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments, part 1: protein quality evaluation. *Food Science and Technology*, 42: 1107-1112.
- MORROW, B., 1991. The rebirth of legumes. *Journal of Food Technology*, 45: 96-121.
- ONWUKA, G.I., 2006. Soaking, boiling and antinutritional factors in pigeon peas (*Cajanus cajan*) and cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 30: 616-630.
- PIRMAN, T. and V. STIBILJ, 2001. Chemical composition of 3 varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentil (*Lens esculenta* var Puyensis). *Polish Journal of Human Nutrition and Metabolism*, 18: 187-199.
- PRICE, M.L.; S. VAN SCOYOC and L.G. BUTLER, 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26: 1214-1218.
- REHMAN, Z.U. and W.H. SHAH, 2005. Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. *Food Chemistry*, 91: 327-331.
- RIMBACH, G.; H.J. INGELMANN and J. PATLAUF, 1994. The role of phytase in the dietary bioavailability of minerals and trace elements. *Ernahrungsforschung*, 39: 1-10.
- ROSE, R.; C.L. ROSE; S.K. OMI; K.F. FORRY; D.M. DURALL and W.L. BIGG, 1991. Starch determination by perchloric acid vs. enzymes: evaluating the accuracy and precision of six colorimetric methods *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 2-11.
- SADASIVAM, S. and A. MANICKAM, 1992. Phenolics. In *Biochemical Methods for Agricultural Sciences*. Wiley Eastern. Ltd, New Delhi, India.

- SATWADHAR, P.N.; S.S. KADAM and D.K. SALUNKHE, 1981. Effect of germination and cooking on polyphenols and in vitro protein digestibility of horse gram and moth bean. *Plant Foods for Human Nutrition*, 36: 71-76.
- SINGH, U., 1993. Protein quality of pigeon pea as influenced by seed polyphenols and cooking process. *Plant Food for Human Nutrition*, 42: 127-133.
- SOUZA e SILVA, S.M.; J.M. DE MAIA; Z.B. DE ARAUJO e F.R. FREIRE FILHO, 2002. Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*V. unguiculata* (L.) Walp.). Embrapa Meio-Norte, Comunicado Técnico, 149. ISSN 7646. Teresina, PI.
- UDENSI, E.A.; F.C. EKWU and J.N. ISINGUZO, 2007. Antinutrient factors of vegetable cowpea (*sesquipedalis*) seeds during thermal processing. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6: 194-197.
- VADIVEL, V. and K. JANARDHANAN, 2005. Nutritional and antinutritional characteristics of seven South Indian Wild Legumes. *Plant Food for Human Nutrition*, 60: 69-75.
- VAN DER POEL, A.F.B., 1990. Effect of processing on antinutritional factors and protein nutritional value of dry beans. *Journal of Animal and Food Science and Technology*, 2: 179-208.
- VIJAYAKUMARI, K.; P. SIDDHURAJU; M. PUGALENTHI and K. JANARDHANAN, 1998. Effect of soaking and heat processing on the levels of antinutrients and digestible proteins in seeds of *Vigna aconitifolia* and *Vigna sinensis*. *Food Chemistry*, 63 (2): 259-264.
- WALKER, A.F. and N. KOCHHAR, 1982. Effect of processing including domestic cooking on nutritional quality of legumes. *Proceedings of the Nutritional Society*, 41: 41-51.
- WHEELER, E.L. and R.E. FERREL, 1971. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chemistry*, 48: 312-316.
- WU, W.; W.P. WILLIAMS; M.E. KUNKEL; J.C. ACTON; F.B. WARDLAW and Y. HUANG, 1994. Thermal effects on in vitro protein quality of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 59: 1187-1191.

Recibido/Received/: 04-Jun-2013
Aceptado/Accepted/: 14-Set-2013