

VALORACION NUTRICIONAL Y ANTIOXIDANTE DE SEMILLAS DE *CANAVALIA ENSIFORMIS* L. (DC), SOMETIDAS A TRATAMIENTOS TERMICOS

A.G. GÓMEZ⁽¹⁾; M.G. CHAVES⁽¹⁾; B. ACEVEDO⁽¹⁾; R.G. PELLERANO⁽²⁾ y M.V. AVANZA⁽¹⁻²⁾

RESUMEN: *Canavalia ensiformis* es una leguminosa que pertenece a la familia Fabaceae. Su cultivo es de larga tradición en la cultura agronómica del Nordeste Argentino siendo las semillas consumidas principalmente en forma de grano entero. Si bien poseen un elevado contenido de proteínas (20-26%) de buena calidad nutricional, también presentan sustancias antinutricionales que inhiben la digestibilidad de las mismas y que reducen la biodisponibilidad de algunos minerales. En base a esto el objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de tratamientos térmicos sobre los factores nutricionales, antinutricionales y la actividad antioxidante de las semillas de *C. ensiformis*. Las semillas fueron sometidas a dos tratamientos: microondas (1:10 p/v en agua, 800 watts, durante 5, 10 y 15 min) y remojado-cocción (6 h en solución de bicarbonato de sodio 0,02 N (1:10 p/v) y luego 20, 40 y 60 min en agua a 100 °C (1:10 p/v). Ambos tratamientos no ocasionaron pérdidas significativas en los componentes nutricionales de las harinas mientras que fueron efectivos en la reducción de los compuestos antinutricionales.

ABSTRACT: *Canavalia ensiformis* is a legume that belongs to Fabaceae family. It has been cultivated from ancient times within the agricultural culture of the North East of Argentina where the seeds are being consumed in the form of whole grain. Seeds have high protein content (20-26%) with good nutritional quality, but also have anti-nutritional factors that inhibit the protein digestibility and reduce the bioavailability of some minerals. The aim of this study was to evaluate the effect of thermal treatments on the nutritional components, antinutritional factors and antioxidant activity of *C. ensiformis*' seeds. These ones were subjected to thermal treatments such as microwave (1:10 w/v in water, 800 watts, for 5, 10 and 15 min) and soaking-cooking (6 h in solutions of sodium bicarbonate 0,02 N (1:10 w/v) and then 20, 40 and 60 min in water at 100 °C (1:10 w/v). Both treatments did not cause significant losses of nutritional compounds while they reduced greatly the antinutritional compounds.

Palabras clave: proteínas, polifenoles, taninos, ácido fítico, actividad antioxidante.

Key words: protein, polyphenols, tannins, phytic acid, antioxidant activity.

INTRODUCCIÓN

Las legumbres juegan un papel importante en la nutrición humana debido a que son alimentos económicos capaces de ofrecer proteínas de alto valor nutritivo, calorías, ciertos minerales y vitaminas (Deshpande, 1992).

(1) Departamento de Química, FACENA-UNNE. Corrientes, Argentina. (CONICET). E-mail: andrea_g_gomez@hotmail.com

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

Canavalia ensiformis (L.) DC. [*Castanea* 11:56. 1946], pertenece a la familia Fabaceae (Molina *et al.*, 1974). Es conocida como jack bean, judía de puerco, dolichos ensiformis e incluso como “frijol papa” debido al sabor parecido a papa que adquieren sus semillas una vez cocidas (Aleman y Flores, 1993). Su cultivo tiene una larga tradición en la cultura agronómica del Nordeste Argentino donde las vainas verdes y las semillas crudas o cocidas son utilizadas para el consumo humano en ensaladas, guisados, así como para alimentación animal.

La composición química de las semillas de *C. ensiformis* ha sido estudiada previamente. La misma posee 24,3-32,2% de proteína cruda, 1,8-9,6% de lípidos, 4,7-10,0% de fibra cruda, 2,0-4,6% de cenizas y 43,1-60,3% de carbohidratos (Rajaram and Janardhanan, 1992). Con respecto a los minerales Mohan and Janardhanan (1994) informaron que las semillas de *C. ensiformis* son ricas en Na, K, Ca, P y Mg. Las proteínas son de buena calidad nutricional por el contenido de aminoácidos esenciales (isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina y lisina). Los mismos se hallan presentes en mayor cantidad que en otras legumbres (*Vigna mungo*, *Vigna radiata*, *Cicer arietinum* y *Cajanus cajan*) (Mohan and Janardhanan, 1994). Las fracciones mayoritarias de las proteínas de las semillas de *Canavalia* spp. son albúminas y globulinas (Sridhar and Seená, 2006). La digestibilidad de las mismas es pobre, lo cual está de acuerdo con su elevada proporción de globulinas, factores antinutricionales y metabolitos secundarios (Bressani and Sosa, 1990).

Las semillas crudas de *Canavalia* spp. presentan factores antinutricionales como polifenoles, taninos, saponinas, glicósidos cianogénicos, concanavalina A, canavanina y ácido cianhídrico. Los mismos interfieren en la asimilación de los nutrientes, reducen la digestibilidad de las proteínas y la biodisponibilidad de los minerales e incluso llegan a provocar efectos neurotóxicos cuando son consumidos en grandes cantidades (Pugalenti *et al.*, 2003). La mayoría de los factores antinutricionales son lábiles a los tratamientos térmicos (Liener, 1981) pero aquellos que no se eliminan por la simple cocción, se pueden reducir con un remojado previo a la cocción o a través de tratamientos como la germinación y fermentación (Akpapunam and Sefa-Dedeh, 1997).

Por otra parte, se ha informado que las legumbres pueden servir como un alimento rico en antioxidantes naturales con la función de captar los radicales libres que causan daños oxidativos en el ser humano y están involucrados en varias enfermedades (cardiovasculares, Alzheimer, Parkinson, diabetes y cáncer) (Xu *et al.*, 2007).

Las legumbres antes de ser consumidas por el hombre, son sometidas a una serie de tratamientos con el fin de incrementar su valor nutritivo, eliminar los compuestos con carácter tóxico o antinutricional como así también mejorar la digestibilidad de sus nutrientes y su palatabilidad. Es habitual utilizar el remojado de las legumbres (en agua, urea o solución de bicarbonato de sodio) seguido de cocción en agua a ebullición, siendo éste un procedimiento que requiere un tiempo considerable. Sin embargo, es poco convencional pretratar las semillas de legumbres por medio de cocción en microondas.

Es muy importante establecer las combinaciones óptimas de tiempos y condiciones de los tratamientos (pH, medio, temperatura, etc.) a efectos de lograr resultados benéficos y reducir efectos negativos (pérdida de compuestos termolábiles como las vitaminas; disolución de vitaminas, proteínas y minerales en los líquidos de remojado o de cocción;

disminución de la relación de eficacia proteica, entre otras). En este marco, el objetivo del trabajo fue analizar el efecto de tratamientos térmicos húmedos sobre los factores antinutricionales, nutricionales y la actividad antioxidante de las semillas de *C. ensiformis* cultivadas en el NEA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material

Las semillas de *C. ensiformis* variedad blanca, fueron provistas por la Estación Experimental El Sombrero-Corrientes, Argentina (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA). Una vez recibidas en el laboratorio las semillas se mantuvieron en recipientes cerrados a 10 °C hasta su uso.

Tratamientos térmicos

Microondas: Las semillas enteras se colocaron en agua destilada en una proporción 1:10 p/v. Se realizó la cocción en microondas a la máxima potencia (800 watts) durante 5, 10 y 15 min, en recipiente de vidrio con tapa.

Remojado-cocción: Las semillas fueron remojadas durante 6 h en una solución de bicarbonato de sodio (0,02% p/v), en una proporción 1:10 p/v. Se escurrieron y enjuagaron con agua y seguidamente se colocaron en agua destilada a 100 °C (relación 1:10 p/v), durante 20, 40 y 60 min.

Las semillas luego de ser tratadas fueron lavadas con agua destilada y secadas en una estufa a 55 °C por 24 h. Los tratamientos se realizaron por triplicado.

Preparación de harinas

Las semillas enteras, crudas y resultantes de tratamientos térmicos, fueron sometidas en primer lugar a una molienda gruesa (molinillo manual, Márquez) y luego fueron molidas en un molinillo eléctrico (Braun KSM2, coffee grinder, México, 2006) y tamizadas a través de una malla ASTM 80 (177 µm). Las harinas obtenidas fueron liofilizadas (Liofilizador CHRIST Alpha 1-4 LO, Alemania, 2005) y conservadas en bolsas de polietileno dentro de recipientes herméticamente cerrados a 10 °C hasta su análisis.

Composición química

El contenido de proteínas fue determinado por el método de Kjeldhal (Método 920.87) (Nx6.25) (AOAC, 1990). Cenizas (Método 923.03) y Humedad (Método 925.10) fueron cuantificados por los métodos oficiales de la AOAC (1990). La determinación de hidratos de carbono se realizó siguiendo la metodología de Rose *et al.* (1991). Para la determinación de minerales las muestras fueron calcinadas a 550 °C durante aproximadamente 2 h, hasta obtención de cenizas blancas, utilizando un horno mufla en crisoles de porcelana. Las cenizas obtenidas se disolvieron utilizando 5 mL de HCl (1+1) y luego se evaporó el ácido sobre baño de agua hasta casi sequedad. El residuo obtenido se disolvió

agregando 10 mL de HNO₃ (20%) para análisis y se llevaron a volumen en matraz aforado de 50 ml con agua bidestilada. A continuación, se determinó el contenido de los minerales K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu y Zn mediante espectrometría de absorción atómica con llama de oxígeno-acetileno (Espectrómetro marca GBC 932 Plus, Australia, 2001) en presencia de lantano 10.000 ppm para disminuir el efecto de la presencia de posibles interferencias en la determinación de Mg (Kalra, 1998). Finalmente, el contenido de P se determinó por el método de Murphy and Riley (1962), mediante espectrometría de absorción UV-Vis usando un espectrofotómetro marca Metrolab 1700 (V 2.03, Thailand, 1996).

Análisis de factores antinutricionales

La determinación de polifenoles totales se realizó por el método de Sadasivam y Manickam (1992). El contenido de taninos condensados fue cuantificado por el método de la vainillina-HCl de Price *et al.* (1978). Se utilizó el método de Wheeler y Ferrel (1971) para evaluar el contenido de ácido fítico. El ácido cianhídrico total (Método 915.03) fue cuantificado siguiendo el método recomendado por la AOAC (1990).

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante fue determinada por el método del DPPH (Sanchez-Moreno *et al.*, 1998), radical libre estable a temperatura ambiente que forma una solución de color violeta en metanol. La reducción del DPPH por los antioxidantes ocasiona una disminución en la absorbancia del mismo, donde el grado de decoloración de la solución indica la eficiencia que tienen los antioxidantes presentes en la muestra para captar los radicales libres.

Preparación del extracto: 0,5 g de harina se trataron con 10 mL de acetona 50% v/v durante 24 h a temperatura ambiente y en ausencia de luz. Luego se centrifugó 10 min a 3.000 x g. Se tomaron 0,1 mL del sobrenadante y se hicieron reaccionar con 3,9 mL de la solución de DPPH en metanol en oscuridad. Luego de 2 h, se leyó la absorbancia a 515 nm (Metrolab 1700V 2.03, Thailand, 1996). Se realizó una curva de calibración utilizando ácido gálico como patrón. Los resultados fueron expresados como mg de ácido gálico equivalente por g de muestra, y como porcentaje de inhibición de los radicales libres DPPH mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Inhibición} = \left[1 - \left(\frac{A_{\text{muestra}}}{A_0} \right) \right] \times 100$$

donde A₀ es la absorbancia inicial del reactivo DPPH.

Análisis de los resultados

Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado. El efecto de los tratamientos térmicos sobre los factores antinutricionales y la composición química de semillas *C. ensiformis* fueron evaluados estadísticamente mediante un análisis de varianza ANOVA, utilizando el ensayo de diferencias significativas LSD Fisher ($\alpha=0,05$). Se utilizó el programa para análisis estadístico Infostat (2008). (Di Rienzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en las determinaciones de los parámetros químicos de las muestras estudiadas. Los valores de humedad, proteínas, hidratos de carbono y cenizas de las semillas de *C. ensiformis* sin tratamiento térmico o nativas se encuentran en concordancia con datos reportados para esta especie (Sridhar and Seena, 2006). Estos mismos parámetros fueron medidos en semillas de especies del mismo género o equivalentes a la estudiada en este trabajo, *Canavalia gladiata* y *Mucuna pruriens*, que mostraron poseer un menor contenido de proteínas (25 al 32%) y un mayor contenido de hidratos de carbono (50 al 60%); mientras que los valores de humedad y cenizas fueron concordantes con los presentados en este trabajo (Vadivel and Janardhanan, 2005).

Tabla 1: Composición química de semillas de *C. ensiformis* *

Tratamientos (min)	Humedad (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Carbohidratos (g/100g)	Cenizas (g/100g)
Nativa	12,90 ± 0,07a	35,20 ± 0,08a	61,52 ± 1,19a	3,49 ± 0,04 ^a
Microondas	5	7,71 ± 0,03b	34,83 ± 0,02b	61,07 ± 0,96a
	10	6,47 ± 0,18c	32,02 ± 0,06e	61,08 ± 0,51a
	15	5,79 ± 0,40d	30,28 ± 0,09f	61,29 ± 1,88a
Remojado-cocción	20	3,63 ± 0,11e	33,50 ± 0,06c	62,80 ± 1,28a
	40	3,73 ± 0,17e	33,06 ± 0,09e	61,02 ± 0,65a
	60	3,77 ± 0,04e	31,92 ± 0,15b	62,25 ± 2,10a

*Los resultados son expresados en base seca ± la desviación estándar (n=3).

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

Al analizar el efecto de los tratamientos térmicos sobre la composición química de semillas de *C. ensiformis* se puede observar que no causaron variaciones significativas (p>0,05) en el contenido de carbohidratos, mientras que ocasionaron una ligera reducción del contenido de proteínas, entre 5-9% con tratamiento de remojado-cocción y 2-14% con tratamiento de microondas (Tabla 1). Las pérdidas de proteínas y otros compuestos nitrogenados bajo tratamientos térmicos probablemente se deberían a la eliminación parcial por solubilización de ciertos aminoácidos en el medio de remojado o de cocción (Mónica *et al.*, 1992). Por otra parte el tratamiento remojado-cocción produjo una disminución del contenido de cenizas (17-30%) mayor que el tratamiento de microondas (5%) (Tabla 1). Esta diferencia podría explicarse debido a que las condiciones utilizadas en el tratamiento con microondas requieren un menor tiempo de contacto entre las semillas y el agua destilada a elevada temperatura.

Entre los minerales mayoritarios el K estuvo presente en mayor proporción, seguido por P y Ca, en la harina nativa de *C. ensiformis* (Tabla 2). El contenido de P y K fue ligeramente mayor a los reportados por Doss *et al.* (2011b), mientras que el contenido de Ca y Mg fue menor. Dentro de los minerales minoritarios se destacó el contenido de Fe, siendo bajos los valores de Zn, Mn y Cu (Tabla 3). Sin embargo, en general los minera-

les mayoritarios y minoritarios determinados en este trabajo se ubican en niveles inferiores a los informados previamente para *C. ensiformis* por Sridhar and Seena (2006). Estas diferencias en las concentraciones de minerales podrían deberse al origen geográfico, variedad botánica y/o niveles de fertilidad del suelo donde fue cultivada esta legumbre; factores que pueden condicionar la disponibilidad de estos elementos para la nutrición de esta especie.

El contenido de P y K en las semillas se mantuvo constante ($p > 0,05$) a tiempos prolongados de remojado-cocción y microondas. Sin embargo, el contenido de Ca sufrió una disminución del 32% y el Mg del 25% con el tratamiento remojado-cocción. El Mg no se vio afectado por la aplicación del tratamiento de microondas (Tabla 2). La reducción del contenido de minerales se pudo deber a la difusión en el medio de cocción (Pirman and Stiblj, 2001). Por su parte Agbede and Aletor (2005) informaron que el tratamiento remojado-cocción en semillas de *C. ensiformis* produce una disminución de todos los minerales, salvo el Mg que se mantiene constante.

El tratamiento con microondas a distintos intervalos de tiempo presentó un mejor desempeño desde el punto de vista de evitar la pérdida de tres micronutrientes esenciales (Cu, Fe y Zn) con respecto al tratamiento de remojado-cocción.

Tabla 2: Minerales. Componentes mayoritarios de semillas de *C. ensiformis*

Tratamientos (min)	P (g/100g)	K (g/100g)	Ca (g/100g)	Mg (g/100g)
Nativa	0,31 ± 0,01a	0,64 ± 0,01b,c	0,19 ± 0,01a	0,11 ± 0,01a
Microondas	5	0,31 ± 0,02a	0,69 ± 0,01b	0,16 ± 0,01b
	10	0,30 ± 0,01a	0,79 ± 0,05a	0,18 ± 0,01a,b
	15	0,30 ± 0,01a	0,69 ± 0,01b	0,14 ± 0,01c
Remojado-cocción	20	0,30 ± 0,01a	0,58 ± 0,03d	0,14 ± 0,01c
	40	0,30 ± 0,01a	0,64 ± 0,01b,c	0,13 ± 0,01c
	60	0,31 ± 0,01a	0,61 ± 0,02c,d	0,17 ± 0,00a,b

* Los resultados en base seca ± la desviación estándar (n=3).

a, b, c. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 3: Minerales. Componentes minoritarios de semillas de *C. ensiformis**

Tratamientos (min)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Nativa	14,10 ± 1,41c	81,67 ± 2,35b	17,65 ± 1,63a	5,48 ± 0,25c
Microondas	5	9,65 ± 0,35d	82,57 ± 1,08b	15,90 ± 0,42a,b
	10	12,15 ± 1,48c,d	110,59 ± 8,61a	15,05 ± 0,78b
	15	21,95 ± 0,35a	107,82 ± 0,73a	15,05 ± 0,78b
Remojado-cocción	20	17,95 ± 1,20b	81,92 ± 2,00b	15,00 ± 0,85b
	40	14,70 ± 1,56c	55,07 ± 4,62c	11,90 ± 0,85c
	60	18,10 ± 1,41b	64,24 ± 3,44c	11,88 ± 0,88c

*Los resultados son expresados en base seca ± la desviación estándar (n=3).

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

Análisis de factores antinutricionales

La harina nativa de *C. ensiformis* presentó mayor contenido de ácido fítico que de polifenoles, mientras que los taninos condensados no fueron detectados (Tabla 4). La ausencia de taninos condensados coincide con lo reportado previamente por Laurena *et al.* (1994); sin embargo, Doss *et al.* (2011a) han informado 0,082 g/100g, para esta especie.

El contenido de HCN total detectado en las semillas nativas (152,56 mg/kg) pone de manifiesto su toxicidad debido a que supera el valor informado como seguro de 50 mg/kg (Laurena *et al.*, 1994). El nivel de HCN en *C. ensiformis* coincide con lo reportado previamente (Akpapunam and Sefa-Dedeh, 1997), sin embargo Agbede and Aletor (2005) han informado valores inferiores (50,1 mg/kg). Con los tratamientos térmicos se ha logrado una marcada disminución de este compuesto (91,1-100%) alcanzando niveles seguros (Tabla 4). De forma similar se han reportado disminuciones del 90% con el tratamiento de remojado-cocción para *Canavalia gladiata* y *Vigna unguiculata* (Okoliet and Ugochukwu, 1989).

El ácido fítico es un compuesto capaz de formar complejos insolubles con minerales esenciales ocasionando una disminución de su biodisponibilidad, digestión y absorción en el organismo humano, además de su interferencia con el funcionamiento de ciertas enzimas digestivas. El valor de ácido fítico hallado en las semillas nativas de *C. ensiformis* (3,26 g/100g) fue mayor al informado previamente para esta especie (2,8 g/100g) y para otra legumbre de consumo habitual, *Vigna unguiculata* (0,98 g/100g) (Akpapunam and Sefa-Dedeh, 1997; Khattab and Arntfield, 2009).

El contenido de ácido fítico disminuyó 24-74% con el tratamiento de microondas y 86-98% por remojado-cocción (Tabla 4). Las reducciones se incrementaron con el aumento del tiempo de tratamiento. Las semillas de *Vigna unguiculata* tratadas por microondas y remojado-cocción mostraron una reducción del 61% y del 56% respectivamente (Khattab and Arntfield, 2009). La disminución del contenido de este antinutriente se puede atribuir a la hidrólisis por acción de fitasas durante el remojado. Además, el ácido fítico existe prácticamente en su totalidad como sal soluble en agua (fitato de potasio), un compuesto lábil al calor por lo que es posible su destrucción por medio de tratamientos térmicos al formar complejos con otros componentes como Ca, Mg y proteínas (Kataria *et al.*, 1988).

Los polifenoles interfieren en la digestión de las proteínas y carbohidratos afectando la acción digestiva de la tripsina y de la α -amilasa. El nivel de polifenoles detectado en las semillas nativas de *C. ensiformis* se encontró dentro del rango (0,73-1,82 g/100g) informado previamente (Sridhar and Seená, 2006). El tratamiento microondas produjo una reducción de 33-36% y el remojado-cocción 47-51% (Tabla 4). Doss *et al.* (2011a) reportaron en *C. ensiformis* reducciones del 56% luego del remojado, 67% por cocción y 78% con autoclave.

La reducción en el contenido de polifenoles totales se correspondería con la solubilización en agua y degradación térmica de los mismos por tanto no ocasionarían problemas nutricionales después de ser tratados térmicamente (Kataria *et al.*, 1988).

Tabla 4: Factores antinutricionales de semillas de *C. ensiformis**

Tratamientos (min)		Acido fítico (g/100g)	Polifenoles (g de ácido tánico equivalente/100g)	Taninos (g (+)-catequina equivalente/100g)	HCN (mg/kg)
Nativa		3,26 ± 0,01a	0,93 ± 0,03a	ND	152,56 ± 14,38a
Microondas	5	2,49 ± 0,01b	0,62 ± 0,03b	ND	5,04 ± 0,00b,c
	10	2,18 ± 0,01c	0,59 ± 0,01b	ND	4,57 ± 0,13b,c
	15	0,84 ± 0,04d	0,61 ± 0,03b	ND	ND
Remojado-cocción	20	0,47 ± 0,01e	0,49 ± 0,02b	ND	13,54 ± 0,47b
	40	0,10 ± 0,01f	0,57 ± 0,04c	ND	9,07 ± 1,83b,c
	60	0,08 ± 0,01f	0,46 ± 0,03c	ND	ND

*Los resultados son expresados en base seca ± la desviación estándar (n=3).

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

ND: no detectados

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante de los extractos acetónicos obtenidos de la harina nativa de *C. ensiformis* fue de 22,2%. Este valor es menor al informado por Vadivel *et al.* (2012) en la variedad roja de semillas de *C. ensiformis* cultivadas en la India (56,8%). El tratamiento de microondas ocasionó una reducción del 20% de la actividad antioxidante a tiempos cortos (5 min), mientras que a tiempos más prolongados (15 min) no se observaron diferencias significativas respecto a las semillas nativas (Tabla 5). Por su parte el tratamiento remojado-cocción provocó una mayor reducción de la actividad antioxidante con el incremento del tiempo de tratamiento (66 a 71%). Xu and Chang (2008) han informado una reducción de 50-60% de la actividad antioxidantes en legumbres comestibles (arveja, lenteja, etc.) tratadas por remojado-cocción.

Tabla 5: Actividad antioxidante de semillas de *C. ensiformis**

Tratamientos (min)		% actividad DPPH	μ mol ácido gálico equivalente/g
Nativa		22,21 ± 1,56a	4,29 ± 0,20a
Microondas	5	17,68 ± 1,84b,c	1,83 ± 0,08b,c
	10	19,88 ± 1,98a,b	2,08 ± 0,31b,c
	15	19,89 ± 0,88a,b	2,20 ± 0,51b,c
Remojado-Cocción	20	15,18 ± 0,15c,d	1,48 ± 0,25c,d
	40	14,60 ± 0,25d	1,36 ± 0,31d
	60	14,82 ± 1,12c,d	1,24 ± 0,20d

*Los resultados son expresados en base seca ± la desviación estándar (n=3).

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

CONCLUSIÓN

La composición de la harina nativa de *Canavalia ensiformis* de nuestra región, concuerda con la composición habitual de esta leguminosa cultivada en otras partes del mundo.

Ambos tratamientos no ocasionaron variaciones relevantes en los componentes nutricionales de la harina. El tratamiento de remojado-cocción fue más efectivo que el tratamiento con microondas para disminuir el contenido de antinutrientes. Sin embargo este último también podría usarse como un procedimiento alternativo ya que produjo una disminución considerable del contenido de antinutrientes en menor tiempo.

Visto el contenido considerable en proteínas, la reducción de los compuestos antinutricionales alcanzada con los tratamientos térmicos, su adaptabilidad a las condiciones climatológicas de la región y la cultura existente en el Nordeste de su utilización como comestible sería posible obtener a partir de las semillas de *Canavalia ensiformis*, harinas, aislados y fracciones proteicas con propiedades funcionales útiles en la formulación de alimentos. Esto abriría la posibilidad de su producción en mayor escala, contribuyendo de esta manera a la diversificación de cultivos de pequeños y medianos productores del NEA.

REFERENCIAS

- AGBEDE, J.O. and V.A. ALETOR, 2005. Studies of the chemical composition and protein quality evaluation of differently processed *Canavalia ensiformis* and *Mucuna pruriens* seed flours. *J. Food Compos. Anal.*, 18: 89-103.
- AKPAPUNAM, M.A. and S. SEFA-DEDEH, 1997. Some physiological properties and antinutritional factors of raw, cooked and germinated jack bean (*Canavalia ensiformis*). *Food Chem.*, 59: 121-125.
- ALEMÁN, R. y M.B. FLORES, 1993. Algunos datos sobre *Canavalia ensiformis*. CIDICCO. Informe Técnico N° 10, Marzo/1993; pp. 4.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis (Methods: 915.03; 920.87; 925.10; 923.03), Eds 15th. Association of Official Analytical Chemists, INC. Arlington, Virginia, USA. pp., 777-782.
- BRESSANI, R. and J.L. SOSA, 1990. Effect of processing on the nutritive value of *Canavalia* Jack beans (*Canavalia ensiformis* L.). *Plant Foods Hum. Nutr.*, 40: 207-214.
- DESHPANDE, S., 1992. Food legumes in human nutrition: a personal perspective. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 32: 333-363.
- DOSS, A.; M. PUGALENTHI and V.G. VADIVEL, 2011b. Nutritional Evaluation of Wild Jack Bean (*Canavalia ensiformis* DC) Seeds in Different Locations of South India. *World Appl. Sci. J.*, 13 (7): 1606-1612.
- DOSS, A.; M. PUGALENTHI; V.G. VADIVEL; G. SUBHASHINI and R. ANITHA SUBASH, 2011a. Effects of processing technique on the nutritional composition and antinutrients content of under-utilized food legume *Canavalia ensiformis* L. DC. *IFRJ*, 18 (3): 965-970.
- INFOSTAT (2008). *Infostat versión 2008*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- KALRA, P.Y., 1998. *Handbook of reference methods for plant analysis*. USA: CRC Press.

- KATARIA, A.; B.M. CHAUHAN and S. GANDHI, 1998. Effect of domestic processing and cooking on the antinutrients of black gram. *Food Chem.*, 30: 149-156.
- KHATTAB, R. and S.D. ARNTFIELD, 2009. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments 2. Antinutritional factors. *J. Food Sci. Technol.*, 42: 1113-1118.
- LAURENA, A.C.; M.J.R. REVILIEZA and E.M.T. MENDOZA, 1994. Polyphenols, Phytate, Cyanogenic Glycosides, and Tripsin Inhibitor Activity of Several Philippine Indigenous Food Legumes. *J. Food Compos. Anal.*, 7: 194-202.
- LIENER, I.E., 1981. Factors affecting the nutritional quality of soy products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58: 406-415.
- MOHAN, V.R. and K. JANARDHANAN, 1994. The biochemical composition and nutrient assessment of less known pulses of the genus *Canavalia*. *International J. Food Sci. and Nutr.*, 45: 255-262.
- MONICA, L.M.; M. TOVIN and E. THERESIA, 1992. Nutritive composition of broth from selected bean varieties cooked for various periods. *J. Sci. Food Agric.*, 58: 535-539.
- MURPHY, J. and J.P. RILEY, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem.*, 2: 31-36.
- OKOLIET, N.P. and E.N. UGOCHUKWU, 1989. Cyanide Contents of Some Nigerian Legumes and the Effect of Simple Processing. *Food Chem.*, 32: 209-216.
- PIRMAN, T. and V. STILBILJ, 2001. Chemical composition of 3 varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentil (*Lens esculenta* var *Puyensis*). *Polish J. Hum. Nutr. 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. *J. Agric. Food Chem.*, 26, 1214-1218.
- PUGALENTHI, M.; V. VADIVEL; P. GURUMOORTHY and K. JANARDHANAN, 2003. Nutritional potential of an under-exploited legume. *Mucuna monosperma* DC ex Wight. *Indian J. Agric. Biochem.*, 16: 73-78.
- RAJARAM, N. and K. JANARDHANAN, 1992. Nutritional and chemical evaluation of raw seeds of *Canavalia gladiata* (Jack) DC. and *C. ensiformis* DC: the under utilized food and fodder crops in India. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 42: 329-336.
- ROSE, R.; C.L. ROSE; S.K. OMI; K.F. FORRY; D.M. DURALI and W.L. BIGG, 1991. Starch determination by perchloric acid vs. Enzymes: evaluating the accuracy and precision of six colorimetric methods. *J. Agric. Food Chem.*, 39: 2-11.
- SADASIVAM, S. and A. MANICKAM, 1992. Phenolics. In *Biochem. Methods Agric. Sci.*, Wiley Eastern, Ltd, New Delhi, India. Pp. 187-188.
- SANCHEZ-MORENO, C.; J.A. LARRAURI and F.A. SAURA-CALIXTO, 1998. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 76: 270-276.
- SRIDHAR K.R. and S. SEENA, 2006. Nutritional and antinutritional significance of four unconventional legumes of the genus *Canavalia* - A comparative study. *Food Chem.*, 99: 267-288.
- VADIVEL, V. and K. JANARDHANAN, 2005. Nutritional and antinutritional characteristics of seven South Indian wild legumes. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 60: 69-75.
- VADIVEL, V.; J.N. CHEONG and H.K. BIESALSKI, 2012. Antioxidant and type II diabetes related enzyme inhibition properties of methanolic extract of an underutilized food legume, *Canavalia ensiformis* (L.) DC: Effect of traditional processing methods. *LWT-Food Sci. Technol.*, 47: 255-260.
- WHEELER, E. and R. FERREL, 1971. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chem.*, 48: 312-316.

XU, B.J.; S.H. YUAN and S.K.C. CHANG, 2007. Comparative analyses of Phenolic Composition, Antioxidant Capacity and Color of Cool Season Legumes and Other Selected Food Legumes. *J. Food Sci.*, 72 (2): 167-177.

XU, B.J. and S.K.C. CHANG, 2008. Effect of soaking, boiling and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. *Food Chem.*, 110: 1-13.

Recibido/Received/: 04-Jun-2013

Aceptado/Accepted/: 13-Set-2013