

# PREPARACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL CONCENTRADO PROTEICO DE TRUPILLO (*Prosopis juliflora*)

## PREPARATION AND DETERMINATION OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF THE TRUPILLO PROTEIC CONCENTRATED (*Prosopis juliflora*)

## PREPARAÇÃO E DETERMINAÇÃO DAS PROPRIÉDADES FUNCIONAIS NOS CONCENTRADOS DE PROTEÍNAS DE TRUPILLO (*Prosopis juliflora*)

JOSE DEL CARMEN JAIMES M.<sup>1\*</sup>, DIEGO ALONSO RESTREPO<sup>2</sup>, DIOFANOR ACEVEDO C.<sup>3</sup>

### RESUMEN

*La principal carencia alimentaria en el mundo, son los productos proteicos, lo que se ha convertido en un gran problema de seguridad alimentaria ya que estos son de difícil producción, disponibilidad, alto costo, y consumo muy reducido. En el presente trabajo se obtuvo un concentrado proteico, al haber suspendido una muestra de 150 g de harina de *Prosopis juliflora* en una relación (1:8) harina-agua a pH 8 manteniendo el sistema con agitación mecánica constante durante una hora a 40°C y posteriormente acidificando el sobrenadante con HCl 1N hasta pH 6, consiguiendo un concentrado proteico con 75% de proteína. Luego se evaluaron sus propiedades funcionales, las cuales comparadas con las del concentrado de soya fueron similares en los siguientes parámetros de interés industrial, capacidad de retención de agua (344-346), densidad de la espuma, (0,25-0,30), y*

**Recibido para evaluación:** 9 mayo de 2012. **Aprobado para publicación:** 28 de abril de 2014

- 1 Universidad de Cartagena. Docente del programa Ingeniería de Alimentos. M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Cartagena, Colombia.
- 2 Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Medellín, Colombia.
- 3 Universidad de Cartagena. Docente del programa Ingeniería de Alimentos. Ph.D. Ingeniería de Alimentos. Cartagena, Colombia.

**Correspondencia:** jjaimesmor@yahoo.es

mayor en el índice de absorción de lípidos (334-306) respectivamente. Por lo que se concluye que el trupillo puede constituirse como una nueva fuente alternativa de proteína. Esto resulta importante porque es un vegetal nativo, cuyos costos de materia prima son menores a los tradicionales.

## ABSTRACT

The main food shortages in the world are protein products, what has become a great problem of food security since they are difficult production, availability, high cost, and very low fuel consumption. In the present work was obtained a protein concentrate, having suspended a sample of 150 g of flour of *Prosopis juliflora* in a ratio (1:8) flour-water at a pH 8 while keeping the system with constant mechanical agitation during one hour at 40°C and subsequently acidify the supernatant with HCl 1N up to pH 6, getting a protein concentrate with 75% protein. Then we evaluated the functional properties, which compared with the concentrate of soybeans were similar in the following parameters of industrial interest, water holding capacity (344-346), foam density, (0,25-0,30), and higher in the rate of absorption of lipids (334-306) respectively. It was concluded that the trupillo can be constituted as a new source of protein. This is important because it is a native plant, whose raw material costs are significantly lower than the traditional.

## RESUMO

A principal carência alimentaria no mundo, são os produtos proteicos, o que se converteu num grande problema de segurança alimentaria já que estes são de difícil produção, disponibilidade, alto custo, e consumo muito reduzido. No presente trabalho obteve-se um concentrado proteico, ao ter suspenso uma mostra de 150 g de farinha de *Prosopis juliflora* numa relação (1:8) farinha-água a pH 8 mantendo o sistema com agitassem mecânica constante durante um hora a 40°C e posteriormente acidificando o sobrenadante com HCl 1N até pH 6, conseguindo um concentrado proteico com 75% de proteína. Depois se avaliaram suas propriedades funcionais, as quais comparadas com as do concentrado de sua foram similares nos seguintes parâmetros de interesse industrial, capacidade de retenção de água (344-346), densidade de la espuma, (0,25-0,30), y mayor em el índice de absorción de lípidos (334-306) respectivamente. Conclui-se que o trupillo pode ser constituido como uma nova fonte de proteína. Isto resulta importante porque é um vegetal nativo, cujos custos de matéria prima são significativamente menores aos tradicionais.

## INTRODUCCIÓN

El árbol de *Prosopis juliflora* conocido como Trupillo o Mesquite, pertenece a las familias de las leguminosas. Se caracteriza por su elevado contenido de azúcares, fibra dietética, y proteína, y es una leguminosa nativa de las regiones áridas y semi-áridas del mundo [1, 2, 3]. Se distribuye ampliamente en la India, Arabia Saudita y los Estados Unidos de Améri-

## PALABRAS CLAVES:

Nutrición, Leguminosas, Seguridad alimentaria.

## KEYWORDS:

Nutrition, Legumes, Food security.

## PALAVRAS-CHAVE:

Nutrição, Legumes, Segurança alimentar.

ca [4], y es considerada una especie promisoría de aprovechamiento integral y de múltiples usos, entre ellos el medicinal [5].

Es especialmente valioso como forraje, pues sus vainas son dulces y comestibles; es muy resistente a la sequía y de gran utilidad en regiones de condiciones climáticas secas en la Costa Atlántica de Colombia, los Llanos Orientales y en los Valles de los Andes [6].

La proteína de *P. juliflora*, constituye el (60%) del peso de las semillas; pero para que los animales se beneficien de ella, cuando es baja la disponibilidad de alimentos, las vainas y las semillas deben ser trituradas pues de lo contrario pasan a través del tracto digestivo sin ser asimiladas. La trituración es difícil por la presencia de una pulpa gruesa que rodea la semilla. La goma obtenida de la semilla se usa como edulcorante para alimentos y tiene propiedades muy semejantes a las de la goma arábica [6].

En las últimas décadas ha surgido un gran interés en el uso de concentrados proteicos, esto se debe al aumento exponencial de la población que genera un déficit creciente a escala mundial de productos ricos en proteínas. Con el fin de satisfacer esta demanda se han realizado numerosas investigaciones tendientes a encontrar nuevas fuentes proteicas y tecnologías que permitan obtener una mayor disponibilidad y calidad de proteínas, a partir de las diferentes fuentes proteicas existentes en la actualidad [7].

Las propiedades funcionales son propiedades físico-químicas que le permiten contribuir a las características deseadas de un alimento. Estas pueden clasificarse en tres grandes grupos: Propiedades de hidratación dependiente de las características proteína-agua, propiedades dependientes de las interacciones proteína-proteína, propiedades superficiales [8].

El primer grupo incluye propiedades tales como la absorción de agua, succulencia, hinchado, adhesión, dispersibilidad, solubilidad y viscosidad. El segundo grupo de propiedades interviene en fenómenos tales como la precipitación, gelificación y formación de otras estructuras diferentes (fibras y pastas proteicas, por ejemplo). El tercer grupo de propiedades se refiere a la tensión superficial, emulsificación y características espumantes de las proteínas. Estos tres grupos no son totalmente independientes; por ejemplo, la gelificación no solamente implica interacciones proteína-proteína sino también las interacciones

proteína - agua; la viscosidad y solubilidad dependen una de otra de las interacciones proteína-agua y proteína-proteína [8].

El objetivo de la presente investigación fue establecer los parámetros de extracción de proteínas para obtener el concentrado proteico de trupillo (*P. juliflora*) y determinar sus propiedades funcionales.

## MÉTODO

Para la elaboración de este trabajo se tomaron 5 muestras de 500 g de semillas con las cuales se obtuvieron 400 g de harina (figura 1) para cada una, con un rendimiento de 80% a partir de las semillas de las vainas de trupillo, recolectadas en los alrededores del cerro de la popa (Cartagena-Bolívar). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en términos de media y desviación estándar.

Las semillas fueron seleccionadas teniendo en cuenta que estuvieran sanas las vainas (enteras y sin picaduras de gorgojo), y molidas en un molino tradicional marca Corona. Se molieron cuatro veces y entre molida y molida, el producto fue pasado por un tamiz de malla No. 40 hasta obtener una harina baja en tegumento. La harina obtenida se almacena a 30°C, para posteriormente realizarles los análisis proximales correspondientes e iniciar el proceso de obtención del concentrado proteico [9].

### Extracción de grasa de la harina

Se realizó método de soxhlet bajo condiciones térmicas moderadas no superiores a 40 °C, tratando de conservar las propiedades funcionales de las proteínas [9].

Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención de la harina.



### Extracción de los Carbohidratos Solubles y Sales Minerales

Con la harina desengrasada se prepararon suspensiones de harina-agua para la extracción de los carbohidratos solubles y sales minerales en las siguientes relaciones (1:5, 1:6, 1:7, 1:8 y 1:10) y se ajustó el pH a 8 utilizando NaOH 1N, habiéndose determinado previamente que este pH era el más adecuado después de ensayar con (6,5, 7,0, 7,5 y 8,0). La relación más adecuada se determinó en el laboratorio siendo (1:8).

### Selección de condiciones de extracción de proteínas y obtención del concentrado proteico

Se obtuvo la harina libre de carbohidratos y minerales solubles en agua y se procedió a la obtención del concentrado proteico, para ello se siguieron dos etapas en la extracción de proteínas: La primera tuvo en cuenta el efecto de relación harina-agua, tiempo y carga en la extracción de las proteínas de *P. juliflora*, a fin de establecer el parámetro más adecuado, con varias relaciones harina: agua (1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:10) y distintas cargas en gramos de harina (100, 150 y 200 g), con tiempos diferentes de tratamientos (0,5-1,0 horas). Las suspensiones se mantuvieron a una temperatura de 40 °C a 300 rpm durante 30 minutos para algunas y una hora para otras en una Centrífuga Jouan B3-11.

Al finalizar el período de extracción se dejaron las mezclas en reposo, se retiró el sobrenadante y el residuo amiláceo se lavó dos veces con agua, dejando cada vez 30 minutos en las mismas condiciones de temperatura (40°C) y agitación (300 rpm). Los sobrenadantes de los lavados y el extracto proteico se recolectaron en el mismo recipiente beaker de 50 mL. En la segunda etapa se estudió el efecto del pH en la extracción de las proteínas. Para ello se evaluó el efecto del pH de extracción a (6,5; 7,0, 7,5 y 8,0), de las proteínas del *P. juliflora* sobre su distribución en los productos. El método para la extracción de proteínas en esta leguminosa fue por vía húmeda, siguiendo la línea tecnológica [8] (figuras 2, 3 y 4).

### Recuperación de las proteínas extraídas

Una vez obteniendo el extracto se acidificó con HCl 1N hasta llegar al punto de precipitación de la mayoría de las proteínas (pH 5,5). Alcanzado el pH deseado, el extracto proteico se mantuvo a temperatura de 37°C y luego se sometió agitación de 300 rpm durante 30

Figura 2. Línea Tecnológica para la obtención del concentrado.



min en una Centrífuga Jouan B3-11. Posteriormente las proteínas se separaron del suero por decantación, se lavaron con agua en agitación manual constante, obtenido el coágulo proteico se sometió a decantación y secado al vacío, obteniéndose el concentrado proteico. La eficacia de la extracción y recuperación de las proteínas, se cuantificó determinando el contenido de proteínas por el método de Kjeldahl [9].

### Análisis proximales

Los análisis que se realizaron a la harina integral de *P. juliflora* y al concentrado proteico obtenido fueron: Hu-

Figura 3. Continuación esquema por la vía 1.

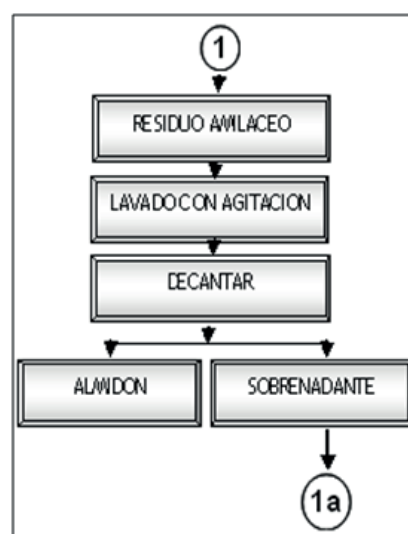
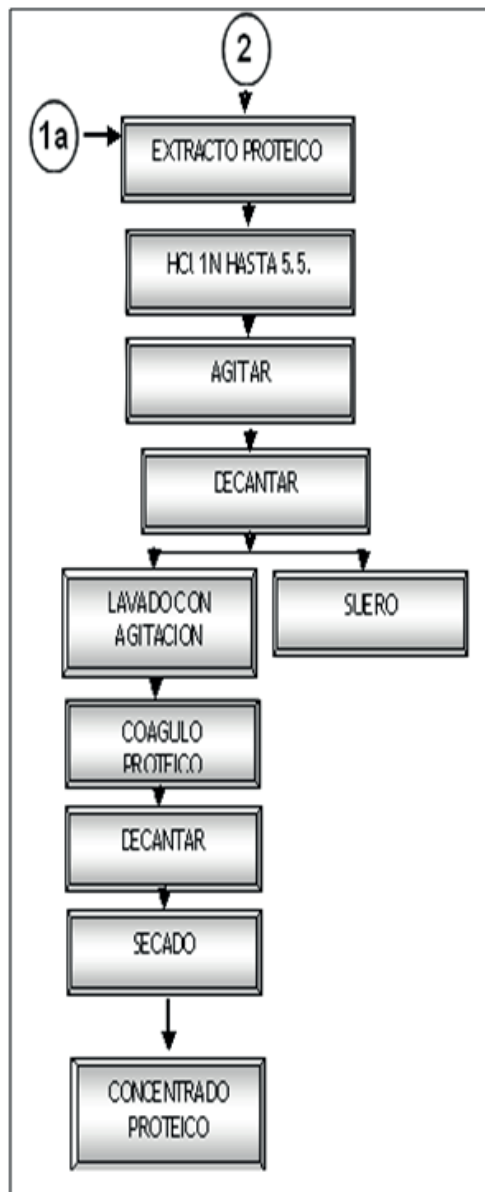


Figura 4. Continuación esquema por la vía 2.



medad, proteína, fibra, grasa, cenizas, carbohidratos de acuerdo a la AOAC [9].

### Propiedades funcionales

Las pruebas de propiedades funcionales realizadas al concentrado proteico obtenido a partir de la harina de trujillo fueron: capacidad de retención de agua, índice de adsorción de lípidos, densidad aparente, capacidad de hinchamiento, capacidad de expansión de la espuma, densidad de la espuma.

### Capacidad de retención de agua

Se usó la técnica de según Bryant y Hamaker [10,11]. Este parámetro se cuantifica colocando 0,5 g de muestra en un tubo de centrifuga, agregando un exceso de agua (3 mL). Se agitó por un minuto. Los tubos se centrifugaron a 3200 rpm, después de haberse mantenido a 24°C por 30 min, para medir el volumen de agua retenida. Se calculó el % C.R.A. de las muestras utilizando la ecuación 1.

$$\% \text{ C.R.A.} = \frac{\text{mL de agua retenidos}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100\% \quad (\text{Ec.1})$$

% C.R.A. es la expresión de la cantidad de agua retenida por cada 100 g de concentrado proteico.

### Índice de adsorción de lípidos

Se utilizó la técnica empleada por Granito y sus colaboradores [12]. Esta propiedad se determinó, agregando un exceso de aceite (3 mL) a la muestra (0,5 g) en tubos graduados de centrifuga, se agitó manualmente por un minuto; luego se colocaron a 24°C por 30 min y posteriormente se centrifugó a 3200 rpm y se midió el volumen de aceite excedente. Se calculó el % I.A.L. de las muestras utilizando la ecuación 2.

$$\% \text{ I.A.L.} = \frac{\text{mL de aceite absorbido}}{\text{gramos de muestra}} \times 100\% \quad (\text{Ec.2})$$

% I.A.L. representa la cantidad de aceite adsorbida por 100 g de concentrado proteico.

### Capacidad de hinchamiento

Para determinar la solubilidad y la capacidad de hinchamiento de los almidones se empleó la metodología propuesta por Hernández-Medina y sus colaboradores [13]. Se colocaron 10 mL de muestra y 30 mL de agua en una probeta graduada, se agitó por inversión para que el material se humedeciera totalmente y se dejó en reposo durante 2 h, tiempo en el cual se registró el aumento de volumen ocupado por la muestra con respecto al inicial. Se calculó el %C.H. de las muestras utilizando la ecuación 3.

$$\% \text{ C.H.} = \frac{\text{volumen final (mL)}}{\text{volumen inicial (mL)}} \times 100\% \quad (\text{Ec.3})$$



% C.H. es la medida del grado de hinchamiento que sufre la proteína frente a un exceso de agua a temperatura ambiente (20°C).

Por otra parte, respecto a las propiedades espumantes, es bien sabido que las soluciones acuosas tienen la capacidad de hacer espumas, en presencia de una gran masa gaseosa, mediante batido o agitación. Estas se pueden evaluar determinando las siguientes características:

**Capacidad de expansión de la espuma (C.E.E).** Se prepararon 50 mL de una suspensión de proteína al 5% p/v, la cual se agito con una batidora eléctrica a máxima velocidad durante 6 min. Se calculo el %C.E.E. de las muestras utilizando la ecuación 4 [8].

$$\%C.E.E = \frac{P \text{ de disp sin batir} - g \text{ 50 mL espuma}}{g \text{ 50 mL espuma}} \quad (\text{Ec.4})$$

% C.E.E. Es la medida del peso de dispersión de la espuma sin batir menos el peso de 50 mL de espuma batida dividido entre el peso de 50 mL de espuma.

**Densidad de la espuma.** Se determinó pesando una alícuota de 50 mL de espuma. Se calculo el porcentaje D.E.de las muestras utilizando la ecuación 5 [8].

$$\% D.E. = \frac{\text{peso de 50 mL de espuma}}{50 \text{ mL}} \times 100\% \quad (\text{Ec.5})$$

**Estabilidad de la espuma (E.E).** Se tomó una alícuota de 50 mL de espuma y se transfirió a un embudo de vidrio sinterizado. El tiempo requerido para que drenara la primera gota y la cantidad en peso de líquido drenado durante 30 minutos, se tomaron como indicadores de la estabilidad de la espuma [8].

## RESULTADOS

Los parámetros para la obtención de la harina, extracción de grasa (aceite), carbohidratos, y minerales siguen la línea tecnológica de la Figura 1.

El rendimiento de la obtención de harina de trupillo, relativo a la materia prima, fue del 80%, lo cual corresponde a la media de tres ensayos para 5 muestras de 500 g de semillas de las vainas con las cuales se obtuvieron 400 g de harina para cada muestra. Este rendimiento es alto comparado con el proceso de obtención de otras harinas de leguminosas, un poco su-

perior al reportado por Moderca y Bermudez [8] para concentrado de haba (78%) y menor que el reportado por Romo y sus colaboradores [14] para la obtención de harina de quinua (95,72%). Lo anterior se deriva de la concentración de sólidos presentes en la harina de trupillo. No obstante, la cantidad de proteínas, lípidos, fibras y cenizas en base seca obtenidos de la harina de trupillo (cuadro 1) conducen a predecir que esta leguminosa es un alimento alternativo por sus calidades nutricionales. A continuación se presenta la composición proximal de la harina de trupillo.

De los resultados obtenidos en composición proximal (cuadro 1) se deduce que los contenidos de proteínas de *P. juliflora* son superiores a los de *Phaseolus vulgaris* (frijol común) (20,4%), *Cicer arietinum L.* (Garbanzo) (19,6%), a los de *Pisum sativum* (arvejas) (23,9%), *Lens esculenta* (lentejas) (23,9%) e inferiores a los de *Glysinemax* (soya) (34%) de acuerdo a lo reportado por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en la Tabla de composición de alimentos Colombianos [15]. *P. juliflora* muestra un contenido de fibra levemente mayor, que *Phaseolus lunatus* (7,3%), proyectándolo como alimento alternativo para el desarrollo de alimentos funcionales ricos en fibra, toda vez que sus contenidos son superiores a los de *Pisumsativum*, *Phaseolus vulgaris*, *Cicerarietinum L* y *Lens esculenta* que tienen valores de (6,5%); (5,0%); (3,4%) y (4,0%) respectivamente, de acuerdo con la tabla de composición de alimentos Colombianos [15]. *P. juliflora*, mostró un contenido superior en lípidos comparados con *Cicerarietinum L.* (5,5%), *Pisumsativum* y *Lens esculenta* (0,8%) y (0,6%) respectivamente [15]. Comparando el contenido de carbohidratos de *P. juliflora* con las reportadas se encuentra que *P. juliflora* es inferior al de *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*, *Cicerarietinum L.*, *Lens esculenta* (54,0, 54,6, 55,5 y 56,5%) respectivamente. De acuerdo a los contenidos en su composición proximal en la harina vemos que *P. juliflora* tienen las calidades nutricionales para impulsar su consumo entre los habitantes de región Caribe Colombiana.

**Cuadro 1.** Composición porcentual en harina de *Prosopis juliflora*

Componente	Harina
Humedad	8,8
Proteínas	33,8
Lípidos	8,2
Fibras	7,6
Cenizas	4,12
Carbohidratos	37,40

La selección de los parámetros de extracción de las proteínas de trupillo para la preparación del concentrado, tuvo dos etapas, de acuerdo a la línea tecnológica de la figura 2.

En la primera etapa, los parámetros de extracción de las proteínas obtenidos y evaluados fueron: el efecto de la relación harina: agua, tiempo de tratamiento y carga de harina según el Cuadro 2.

Los resultados del cuadro 2 muestran que cuando la relación de harina: agua, se incrementa de (1:7) hasta (1:8), es mayor la cantidad de proteínas que se solubiliza y por lo tanto el nivel residual en el almidón disminuye, sin embargo cuando la relación harina: agua, es mayor a dicho intervalo (1:7-1:8) la cantidad de materia residual proteica en la fracción amilácea aumenta, lo cual puede deberse por un lado, que al incrementarse el volumen del solvente la fuerza iónica disminuye lo que reduce probablemente la solubilidad de las proteínas. Y por otro lado a qué la agitación haya sido deficiente.

**Cuadro 2.** Relación harina-agua, carga y tiempos de tratamiento.

H:A	t(h)	C	%ppc	%ppa	%pps
1:05	0,5	100	47,6	36,8	14
1:06	0,5	100	51,5	33,5	15
1:07	0,5	100	63	24	14
1:05	1	100	46,6	36,7	14
1:06	1	100	65,5	19,2	9,8
1:08	1	100	70,8	20	9,1
1:10	1	100	54,6	25,4	16,1
1:08	1	150	75	17	8
1:08	1	200	70,6	19,3	10
1:07	1	150	64	23	13
1:07	1	200	64,3	22,3	12,6

H:A= Relación harina/agua; t= tiempo (en horas); C= carga;  
%ppc=Porcentaje de proteínas en el concentrado; %ppa=Porcentaje de proteínas en el Almidón; %pps= Porcentaje de proteínas en el suero.

Los resultados del cuadro 2 indican que el tiempo de tratamiento y la carga, no solo influye sobre el nivel residual de proteínas en el almidón sino que se modifica la conformación de la fracción proteica en el medio acuoso, ya que al coagularse las proteínas se obtiene diferentes niveles de estas en el suero.

Teniendo en cuenta dichos resultados, se escogieron, como los parámetros más adecuados para el sistema de extracción empleado, una relación harina: agua (1:8) carga de 150 g de harina y una hora de tratamiento obteniendo un porcentaje de proteínas en el concentrado del 75% bajo estas condiciones.

La extracción fue realizada con una relación Harina: agua (1:8) a 40°C y una hora de tratamiento. En la segunda etapa se estudió el efecto del pH en la extracción de las proteínas según el cuadro 3, de acuerdo a las condiciones previamente seleccionadas.

Los resultados que se registran en el cuadro 3, muestran que es más conveniente realizar la extracción con agua a pH 8 (alcalino), ya que a estas condiciones no solo se obtuvo un almidón con un mínimo de proteínas, sino que se evita que la mayoría de las proteínas solubilizadas o suspendidas, se coagulen a pH 5,5 por lo que se obtuvo un concentrado proteico de un 70% de proteínas en base seca. Los parámetros anteriores fueron similares a los obtenidos por Bermúdez y colaboradores [8] para concentrados proteicos de *Vicia faba*.

Respecto a la composición proximal, se muestran los datos obtenidos en el cuadro 4.

Es notable que el valor de proteínas del concentrado de trupillo (Cuadro 4) es inferior a los reportados por Rodríguez-Ambríz y sus colaboradores [16] para concentrado de lupino y soya (93,2 % y 92,3% respectivamente), los cuales son conocidos por su elevado contenido de proteína en las semillas [17]. Aunque en este mismo sentido tuvo superior valor proteico que el reportado por Moderca y Bermudez [8] para concen-

**Cuadro 3.** Efecto del pH de extracción de las proteínas.

pH	Concentrado	Almidón	Suero
6,5	51	33	16
7	62	23	15
7,5	58	26	16
8	70	19	11

trados proteicos de *Vicia faba* (63%). De acuerdo con el contenido proteico, este concentrado se pondría recomendar para aplicarse en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

En el contenido de fibra, el concentrado, mostró mayor valor que los presentados por Kaba [18] y Betancur-Ancona y sus colaboradores [19], quienes reportaron 1,83% y 1,82% respectivamente para *Phaseolus lunatus*.

Según el cuadro 4, el contenido de lípidos del concentrado proteico fue de valor muy inferior a 3,12-3,5% y 5,12%, reportados por Kaba [17] para concentrado de *Phaseolus lunatus* y por Sánchez y colaboradores [20] para *Cicerarietinum* respectivamente.

En lo que respecta al contenido de ceniza, Kaba [18] y Betancur-Ancona y sus colaboradores [19] presentaron valores de 3,32% y 2,82% respectivamente para concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus*. Estos valores son inferiores al valor del concentrado del trúpillo. El porcentaje de carbohidratos, es similar a la mayoría de los concentrados proteicos obtenidos de otras leguminosas, mostrando valores superiores al 20% y menores al 30% en [18].

El cuadro 5 sobre propiedades funcionales de los concentrados proteicos de trúpillo y soya muestra que en-

**Cuadro 4.** Composición proximal del Concentrado proteico.

Parámetros	Porcentaje (%)
Fibra	1,90 ± 0,38
Cenizas	4,3 ± 0,04
Proteínas	67,9 ± 0,3
Humedad	0,90 ± 0,39
Lípidos	0,77 ± 0,08
Carbohidratos	25,3

**Cuadro 5.** Propiedades funcionales de *Prosopis juliflora* y soya.

EV	Ia	Ch	Cr	Ce	Ee	Ds
P. juliflora	334	100	344	206	3	0,25
Soya	306	120	346	251	12	0,30

EV= Especie Vegetal; Ia=índice de absorción; Ch= Capacidad de hinchamiento; Cr=capacidad de retención de agua; Ce=Capacidad de expansión de la espuma; Ee=Estabilidad de la espuma; Ds= Densidad de la espuma.

tre el conjunto de propiedades funcionales del concentrado de *P. juliflora*, el índice de absorción de lípidos es superior al de la soya, mientras que la capacidad de hinchamiento, capacidad de expansión de la espuma, estabilidad de la espuma, densidad de la espuma son mayores en el concentrado de soya. Sin embargo en la capacidad de retención de agua no existe una diferencia significativa entre los dos concentrados.

## CONCLUSIONES

La harina de trúpillo presenta un alto porcentaje de proteínas y de carbohidratos, por lo cual podría ser incorporada a ciertos tipos de alimentos para enriquecerlos nutricionalmente.

El concentrado proteico de trúpillo, teóricamente puede ser utilizado tecnológicamente donde se emplean concentrados de soya por su capacidad de retención de agua. Lo anterior puede constituir al trúpillo como una respuesta al déficit de alimentos proteicos en cuanto a cantidad, y utilidad tecnológica como ingrediente alimentario en la región Caribe Colombiana.

## REFERENCIAS

- [1] OBEIDAT, B.S. and SHDAIFAT, M.M. Partial substitution of barley grain with *Prosopis juliflora* pods in lactating Awassi ewes' diets: Effect on intake, digestibility, and nursing performance. Small Ruminant Research, 111(1-3), 2013, p. 50-55.
- [2] POONAM-SAINI, P., KHAN, S., BAUNTHIYAL, M. and SHARMA, V. Organ-wise accumulation of fluoride in *Prosopis juliflora* and its potential for phytoremediation of fluoride contaminated soil. Chemosphere, 89(5), 2012, p. 633-635.
- [3] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). El género *Prosopis* "algarrobos" en América Latina y el Caribe. Distribución, bioecología, usos y manejo [online]. 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S06.htm> [6 de Junio de 2013].
- [4] NASEERUDDIN, S., SRILEKHA, L. SATEESH, L., MANIKYAM, A., SUSEELENDRA, L. and RAO, V. Selection of the best chemical pretreatment for lignocellulosic substrate *Prosopis juliflora*. Biore-source Technology, 136, 2013, p. 542-549.
- [5] ROSADO, J. y MORENO, M. Farmacopea guajira: el uso de las plantas medicinales xerofíticas por



- la etnia wayuu. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 41, 2010, p. 1-10.
- [6] SÁEZ, A. y SOLARTE, J. Evaluación de un medio de cultivo a partir del fruto de *Prosopis Juliflora*. Revista de la Universidad EAFIT, 40(135), 2004, p. 9-17.
- [7] CARO, I. Obtención de concentrados proteicos a partir de la harina de haba (*Vicia faba*) [Tesis de Maestría]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, 1992.
- [8] MARRUGO, Y., MONTERO, P. y DURAN, M. Propiedades funcionales de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*. Vitae, 19(1), 2012, p. 403-405.
- [9] OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE AOAC INTERNATIONAL (AOAC). Association of Analytical Chemists. 18 ed. Maryland (United States): 2005, 780 p.
- [10] CASTILLO, V.K.C., OCHOA, M.L.A., FIGUEROA, C.J.D., DELGADO, L.E., GALLEGOS, I.J.A., y MORALES, C.J. Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 59(4), 2009, p. 425-432.
- [11] GUÍZAR, A., MONTAÑEZ, J. y GARCÍA, I. Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea spp.*). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 9(1), 2008, p. 81-88.
- [12] GRANITO, M., GUINAND, J., PÉREZ, D. y PÉREZ, S. Valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. Interciencia, 34(2), 2009, p. 64-70.
- [13] HERNÁNDEZ-MEDINA, M., TORRUCO-UCO, J., CHEL-GUERRERO, L. y BETANCUR-ANCONA, D. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Ciencia e Tecnología de Alimentos, 28(3), 2008, p. 718-726.
- [14] ROMO, S., ROSERO, A., FORERO, C. y CERON, E. Potencial nutricional de harinas de Quinoa (*Chenopodium Quinoa W*) variedad piartal en los Andes colombianos primera parte. Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 4(1) 2006, p. 112-125.
- [15] INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR (ICBF). Tabla de composición de alimentos colombianos [en línea]. 2010. Disponible en: [http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos\\_colombianos/](http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/) [Citado 22 de Julio de 2013].
- [16] GALLEGO, S., PACHECO, J., BETANCUR, D. y CHEL, L. Extracción y caracterización de las fracciones proteicas solubles del grano *Phaseolus lunatus L.* Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54(1), 2004, p. 81-88.
- [17] LAGUNES-ESPINOZA, L., LÓPEZ-UPTON, J., GARCÍA-LÓPEZ, E., JASSO-MATA, J., DELGADO-ALVARADO, A. y GARCÍA DE LOS SANTOS, G. Diversidad morfológica y concentración de proteína de *Lupinus spp.* en la región centro-oriental del estado de Puebla, México. Acta botánica mexicana, 99, 2012, p. 73-90.
- [18] KABA, H. Evaluación nutricional de concentrados proteicos de porotos (*Phaseolus vulgaris*) y de lentejas (*Lens esculenta*). Archivos Latinoamericanos de nutrición, 28(2), 1978, p. 69-183.
- [19] BETANCUR-ANCONA, D., MARTÍNEZ-ROSADO, R., CORONA-CRUZ, A., CASTELLANOS-RUELAS, A., JARAMILLO-FLORES, M. and CHEL-GUERRERO, L. Functional properties of hydrolysates from *Phaseolus lunatus* seeds. International Journal of Food Science & Technology, 44(1), 2009, p. 128-137.
- [20] SANCHEZ-VIOQUE, R., CLEMENTE, A., VIOQUE, J., BAUTISTA, J. and MILLÁN, F. Protein isolate from chickpea (*Cicerarietinum*): Chemical composition functional properties and protein characterization. Journal of Food Chemistry, 64(2), 1999, p. 237-243.