

**EVALUACION NUTRICIONAL DE LAS SEMILLAS DE IPIL-IPIL  
(*Leucaena leucocephala*), CASCO DE VACA (*Bauhinia monandra*) Y  
ALGARROBO DE OLOR (*Albizia lebbbeck*)**

Mario Abreu Peñate,<sup>1</sup> Antonio Bencomo Hernández,<sup>2</sup>  
Elena Sampere Díaz,<sup>1</sup> Isabel Farrás Fernández,<sup>3</sup> Manuel Hernández  
Triana,<sup>1</sup> Carmen Porrata Maury<sup>1</sup> e Irene Ponce de León Bolo<sup>4</sup>

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos  
La Habana, Cuba

**RESUMEN**

Se determinó la composición en nutrientes, la presencia de algunos factores anti-nutricionales y tóxicos y la calidad biológica de las proteínas de las semillas crudas y calentadas (en autoclave a 120°C por 10 min) de ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), de casco de vaca (*Bauhinia monandra*) y de algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck*).

La actividad inhibitora de la tripsina fue de 29, 120 y 150 UTI/mg de muestra respectivamente, la cual disminuyó por el calor en un 59, 33 y 100%. La semilla de casco de vaca mostró una elevada actividad hemaglutinante, la que fue eliminada totalmente por el calor. La utilización neta de las proteínas para las semillas crudas y calentadas de ipil-ipil, de casco de vaca y de algarrobo de olor fue 31 y 30, 21 y 55, y 29 y 49%, respectivamente. Las pruebas para detectar cianuro y alcaloides fueron negativas en todas las semillas.

Se concluyó que la calidad relativamente baja de las proteínas de estas semillas podría limitar su utilización para consumo humano.

---

Manuscrito modificado recibido: 29-10-87.

- 1 Investigador, Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, Infanta 1158, La Habana, Cuba.
- 2 Investigador, Instituto de Hematología e Inmunología, Apartado 8070, La Habana.
- 3 Especialista en Toxicología, Instituto de Medicina Legal, Avenida de Independencia y Hemán Cortés, La Habana.
- 4 Técnico Investigador, Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

## INTRODUCCION

La necesidad de incrementar la disponibilidad de proteínas para consumo humano ha estimulado la búsqueda de nuevas fuentes de proteínas. En este sentido las proteínas de origen vegetal constituyen una opción que está siendo ampliamente investigada (1).

Las semillas son la reserva natural de las proteínas necesarias para el desarrollo de la nueva planta, por lo que en general tienen un contenido de proteínas relativamente alto. Tal es el caso de las semillas de ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), de casco de vaca (*Bauhinia monandra*) y de algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck*).

Las semillas de ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*) fueron utilizadas como alimento por los Mayas y los Zapotecas. En la actualidad se siguen consumiendo en América Central e Indonesia (2), además de ser utilizadas como forraje (3). Sin embargo, en la semilla se ha detectado la presencia de mimosina, aminoácido de origen no proteínico (4) que parece producir efectos tóxicos en los animales que lo ingieren en grandes cantidades (5).

En cuanto a las semillas de casco de vaca (*Bauhinia monandra*) y de algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck*), no encontramos antecedentes de su utilización como alimento. No obstante, las semillas de la especie *Bauhinia esculenta* son consumidas en regiones de Africa austral (2).

El objetivo de este trabajo fue explorar las posibilidades alimentarias de las semillas de ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), de casco de vaca (*Bauhinia monandra*) y de algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck*) mediante la determinación por métodos biológicos de la composición de nutrientes básicos, de algunos factores antinutricionales y tóxicos, y de la calidad de las proteínas.

## MATERIAL Y METODOS

Las semillas incluidas en el estudio fueron molidas y tamizadas hasta un tamaño de partícula de 16 mallas, con lo que se eliminó más del 95% de la cáscara. En la harina así obtenida se determinaron la humedad, y contenido de grasa, proteína (N x 6.25), cenizas y fibra cruda, de acuerdo a las técnicas analíticas de la AOAC de 1975 (6). En estas muestras se determinó la presencia de alcaloides por los métodos de Mayer, Draggendorf y Bouchardat (citado en 7), de cianuros por el procedimiento de Chelle (citado en 8), y de plaguicidas por la técnica de fusión con sodio (8).

Una porción de la harina de las semillas sometidas a ensayo se calentó en autoclave, a 120°C durante 10 minutos.

Seguidamente, en las muestras crudas y calentadas, se determinó la actividad inhibidora de tripsina, de acuerdo con la técnica de Kakade, Simon y Liener (9), modificada por Jolan y Gyorgy (10).

La actividad hemaglutinante se ensayó frente a eritrocitos de conejo sin tratar con tripsina y eritrocitos de conejo, de buey, humanos y de cordero tratados con dicha enzima de acuerdo con las condiciones informadas por Jaffé y Brücher (11). Los extractos iniciales se prepararon extrayendo un gramo de semilla con 10 ml de solución salina (NaCl 0.9%/o).

Para evaluar la calidad de las proteínas se realizó un balance de nitrógeno en ratas, según las condiciones propuestas por la Universidad de las

Naciones Unidas (12).

Por cada grupo experimental se tomaron, sin considerar el sexo, ocho ratas Wistar, las que fueron alojadas individualmente en jaulas metabólicas. En el cuarto de experimentación se garantizó una temperatura de  $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y un ritmo de iluminación de 12 horas diarias.

Los animales recibieron las dietas correspondientes (Tabla 1) durante nueve días a razón de 10 g de materia seca, y aproximadamente 150 mg de nitrógeno por día.

TABLA 1  
FORMULA DE PREPARACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
(g/100 g en base seca)

Ingrediente	Caseína	Ipil-ipil*	Dieta	
			Casco de vaca*	Algarrobo de olor*
Fuente proteínica**	10.3	18.7	25.5	20.0
Aceite de girasol	7.9	5.5	2.6	6.6
Mezcla mineral***	4.8	3.8	4.0	4.1
Mezcla vitamínica***	1.0	1.0	1.0	1.0
Celulosa	5.0	4.0	3.4	4.4
Almidón de maíz****	71.0	67.0	63.5	63.9
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

\* La formulación de las dietas de las semillas calentadas fue la misma que la de las respectivas semillas crudas.

\*\* Cantidad del portador proteínico en las respectivas dietas.

\*\*\* De acuerdo a las recomendaciones de la AOAC (6).

\*\*\*\* Pasado por autoclave a  $120^{\circ}\text{C}$  durante 10 min.

Entre los días 5 y 9 del experimento se recolectaron las heces y la orina para ser sometidas a determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl (6).

Como control se utilizó una dieta de caseína + 10% de DL-metionina. Las pérdidas endógenas de nitrógeno por las heces y la orina se determinaron en un grupo de animales (8 ratas) que recibió una dieta de huevo entero desgrasado al 40% de proteína (12).

Por último se determinó la digestibilidad verdadera, el valor biológico, y la utilización neta de las proteínas.

Para la evaluación estadística de los resultados se utilizó un análisis de varianza de doble clasificación y la prueba de los rangos múltiples de Duncan (13).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La composición de las semillas de ipil-ipil, de casco de vaca y de algarrobo de olor, se expone en la Tabla 2. Las concentraciones de proteínas fueron bastante superiores —comparados a la cantidad de proteína— al de la mayoría de las leguminosas (2) y se encuentran muy cerca de las de los concentrados proteínicos.

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS SEMILLAS DE IPIL-IPIL (*Leucaena leucocephala*),  
CASCO DE VACA (*Bauhinia monandia*) Y ALGARROBO DE OLOR  
(*Albizia lebbek*)

Análisis	g/100 g		
	Ipil-ipil	Casco de vaca	Algarrobo de olor
Humedad	7.9	11.2	12.1
Grasa	12.3	18.9	6.3
Proteína (N x 6.25)	46.3	32.7	41.3
Cenizas	5.4	4.6	3.6
Fibra	5.2	5.6	3.5

La Tabla 3 muestra los resultados de la determinación de algunos factores antinutricionales en las semillas objeto del estudio. Por otra parte, cabe indicar que las pruebas para determinar la presencia de alcaloides, cianuros y plaguicidas fueron negativas en todos los casos.

Según se aprecia en la Tabla 3, existe una diferencia bien marcada en el contenido de inhibidores de tripsina entre las semillas crudas. El mayor valor se encontró en la semilla de algarrobo de olor, aunque éste fue algo menor que el informado previamente para esta semilla (168.4 UTI/mg de muestra) (14). Por otro lado, el calor disminuyó la actividad inhibidora de las semillas crudas de ipil-ipil, de casco de vaca y de algarrobo de olor en un 59, 33 y 100<sup>o</sup>%, respectivamente. Este resultado parece indicar que en las semillas de ipil-ipil y de casco de vaca podría estar presente un inhibidor del tipo de Bowman-Birk (15). En cambio, la semilla de algarrobo de olor podría contener un inhibidor del tipo de Kunitz (16), ya que se ha informado que el primero muestra una mayor estabilidad frente al calor que el segundo (17).

En la misma Tabla 3 se presenta, asimismo, la actividad hemaglutinante de los extractos de las semillas. Los extractos de la semilla de ipil-ipil no mostraron actividad hemaglutinante frente a ninguno de los eritrocitos ensayados. Con la semilla de casco de vaca se observó una gran actividad hemaglutinante, especialmente frente a los eritrocitos de conejo tratados con tripsina, mientras que en la semilla de algarrobo de olor se encontraron valores mucho menores; sin embargo, la actividad hemaglutinante permaneció después del tratamiento térmico.

De acuerdo con los resultados expuestos en la Tabla 3 y la clasificación propuesta por Jaffé y Brücher (11), podría considerarse que la semilla de ipil-ipil pertenece al tipo de las que no presentan hemaglutinación frente a eritrocitos de conejo y eritrocitos de buey tratados con tripsina y denominados por el autor como grupo D. En cambio, las semillas de casco de vaca y algarrobo de olor parecen pertenecer al grupo C, o sea, que aglutinan ambos eritrocitos.

Los resultados del consumo de alimento y la variación del peso de los animales durante el período experimental se dan a conocer en la Tabla 4. La dieta ingerida fue ostensiblemente superior para el grupo control de caseína con respecto a la del resto de los grupos experimentales; sin embargo, entre éstos se observaron diferencias interesantes. Así, por ejemplo, los dos grupos de animales alimentados con semilla de ipil-ipil (cruda y calentada) y los alimentados con semilla cruda de casco de vaca y de algarrobo de olor presentaron valores muy semejantes y significativamente inferiores a la ingestión de las dietas de las semillas calentadas de casco de vaca y de algarrobo de olor. Se ha observado que, al disminuir la concentración de los inhibidores de tripsina (18) y de las lectinas (19), se produce un aumento de la ingestión de dieta, con lo que parecen coincidir los resultados obtenidos para las semillas de casco de vaca y de algarrobo de olor (Tablas 3 y 4). No obstante, para la primera podría ser especialmente importante la inactivación de las lectinas, ya que la semilla cruda acusa un título alto, mientras que el calor sólo elimina el 33% de la actividad inhibidora. Todo lo contrario ocurre para la semilla de algarrobo de olor, ya que en este caso el calor elimina toda actividad inhibidora de la tripsina, pero no altera la hemaglutinante.

TABLA 4

DIETA INGERIDA Y VARIACION DE PESO EN LOS GRUPOS  
EXPERIMENTALES DURANTE NUEVE DIAS  
( $\bar{x} \pm \text{ESM}$ )

Grupo	Dieta ingerida (g)	Variación de peso* (g)
Caseína	$84 \pm 1^a$	$-23 \pm 1^a$
Ipil-ipil, cruda	$19 \pm 1^b$	$-19 \pm 1^b$
Ipil-ipil, calentada	$18 \pm 1^b$	$-20 \pm 1^b$
Casco de vaca, cruda	$21 \pm 1^b$	$-23 \pm 1^b$
Casco de vaca, calentada	$46 \pm 2^c$	$-8 \pm 1^c$
Algarrobo de olor, cruda	$18 \pm 1^b$	$-19 \pm 1^b$
Algarrobo de olor, calentada	$38 \pm 1^d$	$-7 \pm 1^c$

Las letras distintas difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

\* El peso medio inicial para todos los grupos fue de  $64 \pm 1$  gramos.

La ingestión de dieta en los grupos de animales alimentados con semilla de ipil-ipil cruda o calentada parece estar influenciada por factores ajenos a los inhibidores de tripsina o las lectinas (Tablas 3 y 4), lo que hace suponer que podría deberse a un factor termoestable, característica que se ha demostrado que posee la mimosina (20).

La variación ponderal de los animales está en correspondencia con la ingestión de dieta (Tabla 4).

En la Tabla 5 se recogen los resultados del balance de nitrógeno en los grupos experimentales.

TABLA 5

DIGESTIBILIDAD VERDADERA (DV), VALOR BIOLÓGICO (VB) Y UTILIZACIÓN NETA DE LAS PROTEÍNAS (UNP) EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
( $\bar{x} \pm \text{ESM}$ )

Dieta	DV	VB	UNP
Caseína — 10/o DL-metionina	97 ± 1 <sup>a</sup>	91 ± 1 <sup>a</sup>	88 ± 1 <sup>a</sup>
Ipil-ipil, cruda	85 ± 3 <sup>bc</sup>	36 ± 6 <sup>bc</sup>	31 ± 6 <sup>b</sup>
Ipil-ipil, calentada	84 ± 4 <sup>bc</sup>	36 ± 10 <sup>bc</sup>	30 ± 8 <sup>b</sup>
Casco de vaca, cruda	79 ± 3 <sup>c</sup>	27 ± 10 <sup>c</sup>	21 ± 8 <sup>b</sup>
Casco de vaca, calentada	81 ± 4 <sup>bc</sup>	68 ± 6 <sup>d</sup>	55 ± 6 <sup>c</sup>
Algarrobo de olor, cruda	91 ± 5 <sup>ab</sup>	32 ± 8 <sup>bc</sup>	29 ± 7 <sup>b</sup>
Algarrobo de olor, calentada	91 ± 2 <sup>ab</sup>	54 ± 4 <sup>bd</sup>	49 ± 4 <sup>c</sup>

Las letras distintas difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

La digestibilidad de las proteínas de las semillas de ensayo fue inferior a la de la caseína, aunque para el algarrobo de olor la diferencia no fue significativa. Por otra parte, el tratamiento térmico a que fueron sometidas las semillas no modificó la digestibilidad de las proteínas, a pesar de la disminución de los inhibidores de tripsina en las muestras calentadas.

El efecto de los inhibidores de proteasas sobre la digestibilidad de las proteínas es aún motivo de discusión. Por una parte se ha comprobado que la excreción de nitrógeno fecal aumenta con la ingestión de inhibidores y que la desactivación de éstos por calor mejora la digestibilidad de las proteínas (21). Otros autores, sin embargo, no han encontrado relación entre los inhibidores de proteasas y la digestibilidad de las proteínas (18). Nuestros resultados coinciden con estos últimos. Así, por ejemplo, el algarrobo de olor presenta la mayor concentración de inhibidores de tripsina (Tabla 3) y, sin embargo, la digestibilidad de las proteínas es superior a la de las otras dos semillas, mientras que la eliminación de toda actividad inhibidora por el calor no mejora la digestibilidad de esta semilla.

Por otra parte, los resultados expuestos en las Tablas 3 y 5 parecen indicar que no existe relación alguna entre la actividad hemaglutinante y la

digestibilidad de las proteínas de las semillas ensayadas, lo que es especialmente evidente en el caso de la semilla de casco de vaca. Estos resultados contradicen informaciones previas indicativas de que las lectinas disminuyen la digestibilidad de las proteínas (22).

El valor biológico y la utilización neta de la proteína de la caseína fueron estadísticamente superiores a los de las semillas del ensayo, en las cuales se observó una gran variabilidad. Estos dos indicadores mostraron un comportamiento general muy similar a la dieta ingerida por los grupos experimentales (Tabla 4). El calor produce un aumento del valor biológico y la utilización neta de las proteínas en las semillas de casco de vaca y algarrobo de olor. No sucede así en el caso de la semilla de ipil-ipil, lo que indica que la ingestión de dieta determina en cierta medida la calidad de las proteínas, ya que en los grupos de menor ingestión de alimento la cantidad de energía fue deficiente, con lo que parte de las proteínas debieron ser utilizadas como fuente energética. Así, por ejemplo, la energía ingerida en estos grupos fue aproximadamente la mitad de la ingerida por los animales que recibieron las semillas calentadas de casco de vaca y de algarrobo de olor (las dietas fueron isocalóricas: 4.0 kcal/g) y éstos, a su vez, ingirieron la mitad de la del grupo de caseína.

Aún así, los valores de utilización neta de las proteínas de las semillas calentadas de casco de vaca y de algarrobo de olor fueron aceptablemente buenos en comparación al valor obtenido previamente en la harina de trigo, el cual fue de 48 (23), pero fueron inferiores al valor encontrado en la torta residual de soya, en la obtención de aceite, el cual fue de 61 (24).

De cualquier manera, no puede descartarse la posibilidad de que las semillas estudiadas contengan otros factores que puedan influir sobre la ingestión del alimento o en el metabolismo de los animales, enmascarando así la verdadera calidad de las proteínas.

En resumen, se puede concluir que, a pesar de que las semillas objeto de este estudio presentan una alta concentración de proteína, la calidad relativamente baja de éstas podría limitar la posibilidad de que tales semillas sean utilizadas en la alimentación humana. Conviene, por lo tanto, realizar nuevas investigaciones con el objeto de identificar los factores responsables de esa baja calidad proteínica, al igual que estudios de la composición de aminoácidos, y determinar así los limitantes.

## SUMMARY

### NUTRITIONAL EVALUATION OF THE SEEDS OF IPIL-IPIL (*Leucaena leucocephala*), CASCO DE VACA (*Bauhinia monandra*) AND ALGARROBO DE OLOR (*Albizia lebbbeck*)

Chemical composition, antinutritional factors and biological protein quality of raw and autoclaved (120°C for 10 min) ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), casco de vaca (*Bauhinia monandra*) and algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck*) seeds were determined. The trypsin inhibitor activity was 29, 120, and 150 TIU/mg of sample respectively. Autoclaving eliminated 59, 33 and 100% of the activity. *Bauhinia monandra* seed depicted a high hemagglutinating activity which was eliminated by autoclaving. Net

protein utilization of raw and autoclaved seeds was 31 and 30, 21 and 55 and 29 and 49<sup>0</sup>o, respectively. All seeds were free from cyanide and alkaloids.

It is concluded that the relative low protein quality of the seeds would limit their use for human consumption.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Guenault, B. New plants and plant products as food. *Proc. Nutr. Soc.*, 44: 31, 1985.
2. Aykroyd, W. R. *Las Leguminosas en la Nutrición Humana*. Roma, FAO, 1982. (Estudios sobre Alimentación y Nutrición No. 20).
3. Hegarty, M. P. En: *Leucaena: Promising Forage and Tree Crop for the Tropics*. F. R. Ruskin (Ed.). Washington, D. C., National Academy Press, 1977.
4. Hylin, J. W. Toxic peptides and amino acids in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.*, 17: 413, 1969.
5. Meulen, U., S. Struck, E. Schulke & E. A. El Harith. Revisión sobre el valor nutritivo y aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. *Prod. Animal Trop.*, 4: 112, 1979.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. W. Horwitz (Ed.). Washington, D. C., The Association, 1975.
7. Macked, K. (Ed.). *Pharmaceutical Applications of Thin-Layer and Paper Chromatography*. New York, N. Y., Elsevier Publishing Co., 1972.
8. Burriel, F. *Química Analítica Cualitativa*. La Habana, Editorial Revolucionaria, Instituto del Libro, 1968.
9. Kakade, M. L., N. Simon & E. Liener. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soy bean samples. *Cereal Chem.*, 46: 518, 1969.
10. Jolan, P. & K. Gyorgy. Determination of the trypsin-inhibitor activity of soy bean products. *Elemiszervizsgálati Közlemények.*, 27: 179, 1981.
11. Jaffé, W. & O. Brücher. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22: 267-1980.
12. Pellett, P. L. & V. R. Young (Eds.). *Nutritional Evaluation of Protein Foods*. Tokyo, The United Nations University (UNU), 1980.
13. Sneddón, I. N. *An Introduction to the Mathematics of Medicine and Biology*. La Habana, Editorial Revolucionaria, Instituto del Libro, 1964.
14. Sotelo, A., B. Lucas, A. Uvalle & F. Giral. Chemical composition and toxic content of 16 leguminous seeds. (II). *Quart. J. Crude Drug Res.*, 18: 9, 1980.
15. Bowman-Birk, D. E. Differentiation of soy bean antitryptic factors. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 63: 547, 1946.
16. Kunitz, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. *J. Gen. Physiol.*, 29: 149, 1946.
17. Sgarbieri, V. C. & J. R. Whitaker. Physical, chemical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. En: *Advances in Food Research*. Vol. 28. C. O. Chichester (Ed.). New York and London, Academic Press, Inc., 1982.
18. Abbet, B. W., R. J. Neale & G. Norton. Nutritional effects of field bean (*Vicia faba*) proteinase inhibitors fed to rats. *Br. J. Nutr.*, 41: 31, 1979.
19. Higuchi, M., I. Tsuchiya & K. Iwai. Growth inhibition and small intestinal lesions in rats after feeding with isolated winged bean lectin. *Agric. Biol. Chem.*, 48: 695, 1984.
20. Whitehouse, Ch. S., R.F. Pérez-Gil & N.Y. López. Efecto de diversos tratamientos térmicos sobre el contenido de mimosina presente en *Leucaena leucocephala*

- (guaje). **Technol. Aliment. (Méx)**, **18**: 4, 1983.
21. Khayanbashi, H. & R. L. Lyman. Growth depression and pancreatic and intestinal changes in rats forced-fed amino acid diets containing soybean trypsin inhibitor. **J. Nutr.**, **89**: 455, 1966.
  22. Puzstai, A., G. Grant & R. Palmer. Nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*): The isolation and partial characterization of toxic constituents. **J. Sci. Fd Agric.**, **26**: 149, 1975.
  23. Abreu, M., M. Hernández, C. Porrata & L. Navarro. Calidad proteica de spaghetti suplementados con torta de soya y con soya integral extruida. Presentado en: **X Reunión Anual de Nutrición, México, 27-30 enero, 1986.**
  24. Abreu, M., M. Hernández & C. Porrata. Protein quality of cake meal from coconut, maize germ, soy and combinations of them. Presentado en: **III Simposio Nacional de Nutrición y Gastroenterología, Bulgaria, 30 mayo - 1o. junio, 1986.**