

# EVALUACION DE LA CALIDAD PROTEICA DEL HYMENEIA COURBARIL (ALGARROBO)

Stella C.de Rodríguez , Sixta T. Martínez

Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 14490, Santafé de Bogotá, Colombia.

Keywords: *Hymeneia courbaril*, Nutrition.

## RESUMEN

Este trabajo incluye la evaluación *in vitro* de la calidad proteica del fruto y la semilla del algarrobo y un análisis de la presencia de algunos factores antinutricionales.

Se realizó un análisis proximal del fruto, cáscara y semilla destacándose un alto contenido de fibra cruda para la cáscara (50,08%) y el arilo (22,50%).

El porcentaje de proteína verdadera obtenido fue bajo, tanto para el arilo (2,6%) como para la semilla (4,2%) y la cáscara (1,2%). El análisis de aminoácidos muestra que tanto el arilo como la semilla presentan un bajo contenido de aminoácidos esenciales obteniéndose cinco aminoácidos como limitantes según lo muestran los cálculos del cómputo químico.

En cuanto a los factores antinutricionales se detectó la presencia de inhibidores de tripsina y taninos tanto en el arilo como en la semilla, polifenoles en la semilla (0,24%) ausencia total de polifenoles en el arilo.

Los resultados indican que la calidad y cantidad de la proteína del algarrobo (*Hymeneia Courbaril*) es bajo, sin embargo su alto contenido de fibra permitiría su aprovechamiento, como material de relleno para nutrición de rumiantes siempre y cuando se realizara el análisis del contenido de fibra dietaria.

## ABSTRACT

An *in vitro* evaluation of the protein quality of the algarrobo seed and fruit was performed, and some antinutritional factors were also determined.

The proximal analysis of the fruit, peel and seed showed a high crude fiber content for the peel (50,08%) and the fruit (22,5%). The true protein percentage was low for the fruit (2,6%), the seed (4,2%), and the peel (1,2%), and also low percentage of essential aminoacids was found for the fruit and seed.

According to the calculations of the chemical score, there are five limiting aminoacids in the protein.

Trypsin inhibitors and tannins were detected in both, the fruit and the seed. The polyphenol content of the seed was 0,24% and no polyphenols were detected in the fruit.

The results showed that the concentration of protein in the algarrob is low and that its quality is poor.

However, its high fiber contents may allow the use of the plant as energy source for ruminants. We recommend the determination of dietary fiber in the plant.

## INTRODUCCION

Colombia como país en vía de desarrollo presenta problemas de desnutrición ocasionados por el bajo consumo de alimentos ricos en proteína animal debido a su alto costo.

Puesto que las proteínas de origen vegetal tienen un costo menor y son más abundantes que las de origen animal, es interesante estudiar las leguminosas autóctonas con el fin de buscar otras fuentes de proteínas para la población mencionada.

La búsqueda de proteínas vegetales con buen valor nutricional es un tema que continua vigente en países del tercer mundo lo mismo que el conocimiento de nuestra flora a nivel nutricional, industrial y farmacológico.

El objetivo de éste trabajo es evaluar la calidad proteica del algarrobo (Himenea courbaril), que crece en climas templados. Esta leguminosa es utilizada como alimento en algunas poblaciones campesinas e indígenas y también se le reconocen propiedades para uso industrial (1).

Algunos trabajos preliminares incluyen sobre todo análisis proximales y de vitaminas en esta leguminosa (1,2) pero no se conoce ninguno acerca de la calidad de la proteína y de los posibles factores antinutricionales que contiene la planta.

## MATERIALES Y METODOS

Preparación de la muestra:

La recolección de la leguminosa algarrobo (Himenea courbaril) se realizó en la región de Machetá. Se procedió inicialmente a triturar y moler sus tres partes constituyentes (arilo, semilla y cáscara) usando diferentes tipos de molinos (bolas, mandíbula y cuchilla) según el caso; debido a la dureza tanto de la semilla como de la cáscara.

Análisis proximales:

Las determinaciones del contenido de humedad, grasa, fibra cruda, cenizas se realizaron siguiendo las técnicas del AOAC (3).

La cuantificación de la proteína se realizó utilizando el método de microkjeldahl. Se determinó el nitrógeno por el método mencionado y para el cálculo de la proteína se multiplicó por el factor 6,25 (4).

Determinación de nitrógeno no proteico (5). Se procedió a extraer el nitrógeno no proteico (NNP) utilizando ácido tricloro acético (ATA) al 10% en una relación muestra solvente 1:10 (p:v) con agitación continua durante 2 horas a temperatura ambiente. Luego se centrifugó a 5000 rpm por 45 minutos y el residuo se extrajo 2 veces más en las mismas condiciones. Los sobrenadantes se reunieron, se llevaron a volumen final de 25 ml y se determinó el contenido de nitrógeno por el método de microkjeldahl.

Determinación de la composición de aminoácidos: La cuantificación de los aminoácidos a excepción de la metionina y del triptófano, se llevó a cabo realizando una hidrólisis del arilo y la semilla al vacío con HCl 6N durante 24 horas a 110 °C. La composición de aminoácidos se determinó con analizador Beckman de aminoácidos siguiendo el método de Moore y Stein (6).

La determinación de triptófano se llevó a cabo combinando la hidrólisis enzimática con Pronasa y posterior determinación colorimétrica del triptófano liberado, utilizando p-dimetil amino benzaldehído según el método de Spies y Chambers (7,8). La determinación de metionina se realizó partiendo de hidrólisis enzimática con Pronasa y posterior determinación colorimétrica del azufre utilizando nitroprusiato de sodio (9).

#### Determinación de factores antinutricionales

##### Extracción:

El solvente empleado para la extracción fue metanol:agua (85:15)(v:v). La relación muestra solvente fue de (1:100)(p:v) El extracto se obtuvo mediante agitación mecánica a temperatura ambiente por 24 horas (10). El extracto se filtró al vacío y se centrifugó a 2000 rpm durante 5 minutos. Sobre éste se realizaron las pruebas de polifenoles y taninos.

##### Taninos

Para determinar la presencia de taninos (polifenoles de alto peso molecular) se realizó la prueba de gelatina y cloruro de sodio (11). Prueba de tipo cualitativo que únicamente nos daría idea de la presencia de polifenoles de alto peso molecular los cuales contienen varios grupos hidroxifenólicos que forman complejos fuertes con las proteínas, inhibiendo enzimas digestivas.

##### Cuantificación de polifenoles:

Para la determinación de fenoles totales se empleó el método de Folin Denis, el ácido clorogénico se usó como patrón para las curvas de calibración (12).

##### Inhibidores de tripsina:

Se determinó su presencia usando el método de Kakade et al. (13). La muestra se extrajo inicialmente con NaCl al 1% en relación muestra solvente de (1:15).

Ensayos para eliminar los inhibidores de tripsina:

Debido a que muchos de los efectos antinutricionales de las leguminosas se pueden eliminar parcial o totalmente mediante métodos apropiados de lavado y calentamiento, se utilizaron lavados durante 2 y 6 horas lo mismo que calentamiento a 105 °C durante 15, 30, 60 y 90 minutos, en autoclave a una presión de 20 libras (14).

El contenido de inhibidores de la tripsina se expresó como el número de unidades de tripsina inhibidas, el cual se obtiene mediante una diferencia entre los valores de absorbancia de cada muestra con los de absorbancia del patrón (10,14).

Alcaloides (11)

Los alcaloides se extrajeron inicialmente con etanol, siguiendo la técnica de Bonilla J. (Comunicación personal) luego se realizó una extracción con cloroformo y sobre el extracto se realizaron las pruebas de Mayer, ácido silico túngstico y Dragendorf.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación de nitrógeno protéico

Los valores obtenidos en esta determinación son valores bajos, semilla 0,67% arilo 0,41%. Para el arilo el valor de proteína real fue de 2,60% y para la semilla de 4,20%, utilizando el factor 6,25.

Análisis proximales

En la tabla 1 se hace una comparación entre los análisis proximales de cáscara, semilla y arilo del algarrobo con los de algunas leguminosas, donde se observa como el porcentaje de grasa en la cáscara y semilla es alto lo cual hace pensar en un buen contenido de ácidos grasos. Es notable observar el contenido tan bajo de proteína presente en arilo y semilla con el de otras leguminosas (15).

El porcentaje de fibra tanto para la cáscara como para el arilo son valores altos comparados con los de otras leguminosas.

Determinación de la composición de aminoácidos:

A pesar de los valores bajos en proteína se realizó un análisis de aminoácidos, ya que existen alimentos con bajo contenido de proteína pero con buen balance de aminoácidos.

Observando la tabla 2, tanto el arilo como la semilla muestran un contenido de aminoácidos muy por debajo del presentado por el huevo, cereales y leguminosas con los cuales se compara. Sin embargo, se destaca un buen contenido de triptófano en arilo, ya que este aminoácido es deficiente en buena cantidad de vegetales (16).

Cómputo Químico (17,18,19):

Basándonos en el análisis de aminoácidos se realizó el cómputo químico (tabla 3), el cual nos presenta los aminoácidos leucina, isoleucina, valina, fenilalanina y lisina como limitantes. Estos resultados nos muestran que la calidad de la proteína de la parte comestible del algarrobo (arilo) es baja y las posibilidades de suplementación

**TABLA 1**  
Composición de algunas leguminosas (16) comparadas con el algarrobo

Muestra	% Humedad	% de Proteína Cruda	% de grasa Cruda	% Ceniza	% Fibra
SOYA	10,2	35,1	17,7	5,0	4,2
DIVIDIVI	10,9	17,4	4,4	3,3	12,8
ARVEJA	12,4	23,9	0,8	2,4	6,5
GARBANZO	13,0	19,6	5,5	2,8	3,4
LENTEJA	12,6	23,5	0,6	2,4	4,4
FRIJOL ROJO	14,8	20,4	1,2	4,0	5,0
BALU (Eritrina edulis)	6,2	21,3	0,78	6,2	8,3
HABA BLANCA (Canavalia ensiformes)	11,0	30,4	22,2	2,8	1,9
MUNGO	10,6	21,0	1,6	3,4	4,4
ALGARROBO					
Cáscara	10,4	0,2*	8,10	—	50,08
Semilla	8,3	4,20	7,06	—	8,01
Arilo	8,4	2,60	2,31	3,2	22,50

\* Proteína total.

no muy recomendables, ya que si fuesen 2 o 3 aminoácidos los limitantes la posibilidad de suplementar el arilo mejoraría la calidad de la proteína, pero debido a que son cinco los aminoácidos presentes en muy pequeña cantidad esta posibilidad se descarta, ya que el costo de suplementación sería bastante alto. Una de las alternativas utilizadas en proteínas vegetales para solucionar la deficiencia de aminoácidos es la combinación de varias proteínas vegetales, sin embargo para esta leguminosa no se justifica ésta posibilidad debido a la deficiencia tanto en calidad como en cantidad de la proteína.

Se observa que en general la semilla posee un contenido de aminoácidos que es mayor al del arilo, destacándose un contenido bastante alto de aspártico y prolina. La semilla por lo tanto supera al arilo en su composición en aminoácidos.

En cuanto a los aminoácidos esenciales, el contenido en la semilla es superior al del arilo a excepción del triptófano y la metionina. Al comparar varias leguminosas de uso común en la alimentación (tabla 3) con el algarrobo (arilo y semilla), se observa que ésta leguminosa presenta una calidad de la proteína inferior en general a las otras con las cuales se compara tomando como referencia el huevo.

#### Determinación de factores antinutricionales

Según Liener (20) las leguminosas presentan "factores tóxicos" que pueden tener efectos letales al ser ingeridas por el hombre o los animales, este hecho nos llevo a determinar en el algarrobo inhibidores de tripsina, polifenoles, alcaloides

#### Inhibidores de tripsina (13).

Se encontraron inhibidores de tripsina en el arilo y en la semilla, presentando una

TABLA No. 2

Comparación de Aminoácidos del Algarrobo con el de Algunos Cereales y Leguminosas.

ANIMACIDO	CEBADA (1)	MAIZ (1)	FRIJOL (1)	HABA (1)	SOYA (1)	SORGO (1)	HUEVO (1)	ALGARROBO ARILLO (1)	ALGARROBO SEMILLA (1)
ASPARTICO	666	596	2648	2628	4861	638	1190	358	626
TREONINA	389	342	874	786	1603	306	634	141	101
SERINA	476	473	1228	1048	2128	416	946	89	156
GLUTAMICO	2771	1800	3271	3527	7774	2149	1576	192	494
PROLINA	1282	850	789	932	2281	821	515	161	577
GLICINA	453	351	839	966	1736	301	410	87	245
ALANINA	464	716	927	976	1769	946	733	86	135
VALINA	592	461	1016	1030	1995	507	847	89	132
METIONINA	196	182	234	172	525	141	416	89	242
ISOLEUCINA	421	350	527	936	1889	397	778	74	150
TIROSINA	365	363	559	479	1303	271	515	53	278
LEUCINA	784	1190	1685	1659	3232	1398	1091	122	108
FENILALANINA	603	464	1154	1111	2055	496	709	68	145
LISINA	406	254	1593	1513	2653	204	863	101	194
HISTIDINA	248	258	627	554	1051	217	301	102	68
ARGININA	555	398	1257	2081	3006	311	754	127	136
TRIPTOFANO	180	67	223	202	532	123	184	182	37
CISTEINA	267	147	188	187	552	152	301	-	-

(1) Datos expresados como mg AA/100 g de muestra.

TABLA 3

Comparación entre el cómputo químico de algunas leguminosas

MUESTRA		LYS	THR	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE	TRP
HUEVO	A	6.97	5.12	6.85	3.36	6.29	8.50	4.16	5.73	1.49
FRIJOL	A	7.20	3.96	4.59	1.06	4.19	7.61	2.53	5.22	1.01
P. Vulgaris	CQ	89	76	67	35	59	77	65	82	38
ARVEJA	A	6.90	3.58	4.08	0.88	3.20	6.37	3.34	4.22	0.74
P. sativa	CQ	100	70	60	26	51	75	80	74	49
HABA	A	6.46	3.36	4.40	0.74	4.00	7.08	3.20	4.32	0.86
	CQ	92.66	65.62	64.25	21.90	63.61	80.39	76.92	75.41	78.06
ALGARROBO	A	3.31	4.62	2.92	—	2.44	3.98	1.74	2.24	5.94
Arilo	CQ	57.8	94.9	47.3	—	46.9	48.2	94.9	49.3	385.9
ALGARROBO	A	4.52	2.41	3.08	0.92	3.52	6.48	2.52	3.38	0.86
Semilla	CQ	64.86	47.14	45.06	27.26	56.07	73.49	60.64	59.07	80.64

A = g de AA/16 gN

CQ = Cómputo Químico para cada aminoácido considerado como limitante

actividad promedio de ocho muestras de 34,6 UIT/0,05 mg de proteína para el arilo y de 24,5 UIT/0,05 mg de proteína para la semilla, valores comparables a los reportados para la semilla del Balú (*Erythina edulis*) el cual es de 29,7 UIT/0,05 mg de proteína (14).

Puesto que los efectos antinutricionales de las leguminosas se pueden eliminar parcial o totalmente por métodos apropiados de calentamiento o lavado, se utilizaron estas dos posibilidades con el fin de tratar de eliminarlos, obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla 4, donde se observa que el tratamiento térmico y el lavado eliminan una buena parte de los inhibidores de tripsina, observándose los mejores resultados con el tratamiento térmico a 90 °C para el arilo como para la semilla.

Esto indica que es posible eliminar una buena cantidad de inhibidores de tripsina en esta leguminosa, si van a ser consumidas por monogástricos, siendo el calentamiento el tratamiento ideal.

#### Polifenoles

De acuerdo a la prueba cualitativa gelatina y NaCl se encontraron taninos presentes tanto en el arilo como en la semilla, sin embargo en la determinación cuantitativa como polifenoles totales no se encontraron en el arilo.

**TABLA 4**

Variación del contenido de inhibidores de tripsina con tratamiento térmico y lavado

MUESTRA	U T I						
	SIN TRATA- MIENTO	CON TRATAMIENTO TERMICO				LAVADO	
		15'	30'	60'	90'	2h	6h
ARILO	32.3	19.1	19.5	17.9	15.6	19.4	17.6
SEMILLA	41.5	31.2	30.0	28.5	27.0	34	29

UTI = Número de Unidades de Tripsina Inhibidas

En la semilla el porcentaje de estos fue de 0,24% valor relativamente bajo si se compara con el del arroz (1,2%), cebada (1,18%), sorgo (0,41%).

#### Alcaloides

Según las pruebas cualitativas realizadas no se encontraron alcaloides ni en el arilo ni en semilla del algarrobo.

#### AGRADECIMIENTOS

Al doctor Gerardo Pérez, Jefe del proyecto por su desinteresada colaboración.

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación "Evaluación de la calidad de proteína de las leguminosas" Dirigido por el Doctor Gerardo Pérez y patrocinado por Colciencias y la Universidad Nacional.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 Correa, J.E.; Bernal H.Y. " Especies vegetales promisorias en los países del convenio Andres Bello" Tomo III, 1ª Edición, Ed. Guadalupe, Bogotá 1990, pp 367-369.
- 2 Bran, L.; Yates, U.; Piedraita, C.I Tejada, J.; J. Larrahondo y D. dela Cuesta, "Investigación sobre las legumbres del árbol Hymenea Corbaril en investigaciones en progreso. Fondo Colombiano de investigaciones científicas y proyectos especiales" Francisco José de Caldas "U. del Valle, 1974, p.16.
- 3 Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. The 12 ed, AOAC, Washington, 1975, p.222.
- 4 Kjeldahl M. En West, Tood. Textbook of biochemistry. The Macmillan Co. Forth ed., 1970, p.341.

- 5 Pérez, G.; de Martínez, C.; Díaz, E. *Arch Lat Nutr*, vol XXXIV, **1979**, 193- 267.
- 6 Moore, S., Stein, W.H.; *J. Biol. Chem.*, **1951**, 192, 663.
- 7 Spies, J.R.; Stein, W.H., *Analyt. Chem*, **1946**, 21, 1249-1266.
- 8 Spies, J.R.; Stein, W.H., en Mc Nab, M.J.; Scougall, R., *J.Sci.Food.Agric*, **1982**, 33, 715-721.
- 9 Sullivan, Mc.Carthy, "Laboratory Manual of Analytical Methods of Protein Chemistry", 1960, Vol 2 P.41.
- 10 Cediell, C; Perilla, C. Tesis de grado Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. **1979**, 27-28.
- 11 Domínguez, X.A., "Métodos de Investigación Fotoquímica" editorial Limuza, 1 ed. México, **1973**, 217-218.
- 12 Ghose, T., and Bisaria, V.S. *Biotechnol and Bioeng*, **1979**, 21, 131.
- 13 Kakade, J.; Simonds, N.Y.; Liener, I., *Cereal Chem.*, **1969**, 46, 518.
- 14 Hernández, C.A., Tesis de grado, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, **1982**, 24-26.
- 15 Tabla de composición de alimentos colombianos. Instituto Nacional de Nutrición, 3 edición. **1967**.
- 16 Organización de Naciones Unidas (ONU) "Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas". ONU para la agricultura y la alimentación, servicio de ciencia y política de la alimentación, dirección de nutrición. FAO, Roma 36, 42, 50, 56, **1970**.
- 17 Mitchel, M., Block, R.I. *Nutr.Abs.Rev.*, **1946**, 16, 249.
- 18 Sheffner, L. "In Vitro Protein Evaluation" en *Newer methods of nutritional biochemistry* (Albanese A. Edit.) vol 3, Academic press, New York, **1967**, 132.
- 19 Jansen, J.R. "New Protein Foods" vol 1 part A. Edited by Aaron M. Altschul Academic press. New York. **1974**, 40-51.
- 20 Liener I.E. "Toxic Constituents of Plant Foodstuffs" Chap.2. Academic press, New York 3a ed., **1969**.
- 21 Bermudez, P.N. "Estudio de la Biodisponibilidad de Hierro en Leguminosas", Tesis de grado, Departamento de Química, **1985**, p.55.