

Physicochemical characteristics of *Hymeneae courbaril* gum

**Edgar Molina¹, Dina Abed El Kader¹, Keyla Montero¹, Yonathan Parra¹,
Omaira Áñez¹, Gladys León de Pinto¹ y Adriana Bravo²**

¹Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales,
Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Apartado 526,
Maracaibo, Venezuela. Telf. 0261-7596269. MscDinaK@cantv.net.

²Gerencia de Soporte Científico, Cervecería Polar, C.A. Caracas, Venezuela.

Abstract

Hymeneae courbaril, wild plant located in Venezuela, produces a clear gum at seed level, which is very soluble in water. It was determined analytical characteristics of this gum., general analytical data, proximate analysis, dietary fiber content, mineral composition, and amino acid composition. Classic analytical methods for characterization of the gums; HPLC and atomic absorption spectroscopy were used. The gum contains galactose, glucose, arabinose and xylose. It also contains a high proportion of dietary fiber content (73.75%) and calcium, magnesium, sodium and potassium. In addition, the gum has relatively high protein content (6.62%). Tannins, alkaloids, cyanides and toxic metals were absent in the gum. The physicochemical characteristics of the gum from *Hymeneae courbaril* may suggest its possible use as additive in food industry; therefore, it would be interesting to study the food functionality of that gum.

Key words: Physicochemical characteristics, seed gum, *Hymeneae courbaril*.

Características fisicoquímicas de la goma de *Hymeneae courbaril*

Resumen

La especie *Hymeneae courbaril*, planta silvestre localizada en Venezuela, produce una goma clara contenida en la semilla, la cual es muy soluble en agua. Se determinaron las siguientes características analíticas de la goma; los datos analíticos generales, el análisis proximal, el contenido de fibra dietética, la composición mineral y la composición de aminoácidos. Se utilizaron métodos analíticos clásicos para la caracterización de la goma; HPLC y espectroscopia de absorción atómica. La goma contiene galactosa, glucosa, arabinosa y xilosa. Esta también contiene una alta proporción de fibra dietética (73,75%) y calcio, magnesio, sodio y potasio. La goma contiene además un contenido relativamente alto de proteína (6,62%). Los taninos, alcaloides, cianuros y metales tóxicos están ausentes en la goma. Las características fisicoquímicas de la goma de *Hymeneae courbaril* sugiere su posible uso como aditivo en la industria alimentaria, sin embargo, pudiera ser interesante el estudio de la funcionalidad de esta goma.

Palabras clave: Características fisicoquímicas, goma de semilla, *Hymeneae courbaril*.

Introducción

Las gomas contenidas en el endospermo de la semilla, contienen proteínas, lípidos, carbohidratos y minerales; los cuales son usados como

nutrientes para la germinación [1]. Son galactomananes preferentemente con diferentes proporciones de galactosa y manosa. Sus propiedades emulsificante y estabilizante de emulsiones se han aprovechado para su uso como aditivo en las

industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética [2, 3]. El uso de las gomas como aditivos está controlado estrictamente por organismos internacionales *ad hoc* [4-6]. Es necesario demostrar que el aditivo no es tóxico.

Se ha reportado que las gomas influyen en la salud de los consumidores; fundamentalmente en la absorción de glucosa y lípidos [7, 8]. Las gomas guar, xantan y arábica son utilizadas para disminuir el valor calórico de ciertos productos alimentarios y muestran beneficios importantes debido a su contenido de fibra soluble [7-9].

Se ha descrito que muchas especies de leguminosas, altamente diseminadas en Venezuela, en especial, en el estado Zulia producen goma [10]. La industria venezolana utiliza gomas importadas de diversas especies de plantas; por lo tanto, existe la necesidad de buscar fuentes alternativas provenientes de especies nativas o altamente diseminadas en el país. Las especies venezolanas, adaptadas a las condiciones climáticas de nuestro medio; producen gomas con propiedades fisicoquímicas que podrían ser aprovechadas para su aplicación industrial.

Hymeneae courbaril, conocida como algarrobo es una leguminosa que pertenece a la subfamilia de las Caesalpiniaceae. Sus flores blancas forman panículos densos de 10-15 cm de ancho y de 10-15 cm de largo. Las vainas son de 10-15 cm de largo y contienen de 3 a 4 semillas de color marrón rojizo, incrustadas dentro de una pulpa dulce y fragante. La pulpa comestible es usada para preparar una bebida dulce.

Esta investigación se refiere al estudio de algunos datos analíticos fundamentales de la goma de *Hymeneae courbaril*, los cuales podrían ser aprovechados para su aplicación como aditivo en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Metodología

Origen y purificación de las muestras

El fruto se colectó de especímenes de *Hymeneae courbaril*, ubicados en el Municipio Caimas, Estado Zulia, Venezuela. Las semillas se obtuvieron por remoción manual de la vaina de los frutos. Estas se calentaron en horno muffle (Lin-Dbberghevi-Duty) (100°C/45min). Se sepa-

ró el endospermo y se molió en un molino (martillo y cuchillo) (Resh Muhle Dietz, LB1-27, tamiz de 0,5 mesh) hasta obtener la harina. Se extrajo la goma exhaustivamente (3 tratamientos) por suspensión de la harina en agua destilada (10g/L), a condiciones dadas (45°C/5h) [11]. La solución resultante se dializó, contra agua circulante durante 24 horas y se liofilizó para obtener la goma purificada.

Métodos analíticos

La determinación de humedad, ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra cruda se llevó a cabo usando procedimientos analíticos estándar [12]. La rotación específica se evaluó a 589 nm en un polarímetro Perkin-Elmer 343.

Determinación de viscosidad intrínseca

Se determinó mediante el método de dilución isoiónica, usando un viscosímetro Übbelohde, con una solución de cloruro de sodio 1M, a 25 ± 0,1°C [13].

Determinación de fibra dietética

Se determinó por el método gravimétrico no enzimático (12). La muestra de goma (500 mg) se agregó a un beacker con 25 mL de agua destilada, luego fue incubada (37°C/90min). Los componentes de las fibras solubles en agua se precipitaron con etanol (100mL, 95%). El residuo fue lavado con etanol dos veces en cada procedimiento (20mL, 78%; 10mL, 95%) y se trató con acetona (10mL). Se secó (105°C,) y se pesó. Se analizó la proteína cruda y ceniza. El total de fibra dietética es calculado por la fórmula:

$$\%TDF = 100 \times \{(Wr - [(P + A)/100] \times Wr) / Ws$$

donde:

Wr: mg del residuo

P: % de proteína del residuo

A: % de ceniza del residuo

Ws: mg de muestra

Determinación cuantitativa de los azúcares

Se utilizó la cromatografía preparativa de papel (Whatman 3MM) para la separación de los

azúcares y se cuantificó por el método de fenol-ácido sulfúrico [14]. La absorbancia fue medida a 490 nm en un Spectronic-20 (Bausch y Lomb). El contenido de glucosa se determinó por un método colorimétrico específico [15]. La determinación de ácidos urónicos se llevó a cabo por titulación directa con una solución estándar de hidróxido de sodio sobre la muestra exhaustivamente electrodiálizada y por el método m-hidroxifenil sulfúrico [16].

Composición de aminoácidos

La goma purificada (40mg) se hidrolizó con HCl (6M, 110°C, 24 horas, en atmósfera de nitrógeno), en tubos de reacción provistos de una tapa con junta de teflón y se redujo a sequedad. El residuo obtenido se disolvió en fenilisotiocianato para obtener el correspondiente feniltiocarbamil del aminoácido. El producto derivado fue inyectado en una columna HPLC Nova-Pak C18, adaptado a un detector UV (254 nm). Se utilizó como fase móvil una mezcla constituida de acetato de sodio trihidratado (0,19%) y trietilamina (0,5 mL) a pH 5.7 y de agua-acetonitrilo (40:60).

Determinación de metales

Se determinó la composición catiónica de la ceniza proveniente de la goma; por espectrofotometría de absorción y emisión atómica. La metodología utilizada se ajustó de acuerdo a los métodos oficiales descritos en las normas COVENIN (Consejo Venezolano de Normas Industriales) y la AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Se tomó en consideración las recomendaciones específicas para la determinación de cada uno de los metales.

Resultados y Discusión

La goma de *Hymenaeae courbaril*, contenida en el endospermo, se extrajo fácilmente en agua caliente (45°C). Las características analíticas se muestran en la Tabla 1. La goma es dextrógira y exhibe una viscosidad intrínseca límite menor que la reportadas para las gomas de *Cyamopsis tetragonolobus* (goma guar) [17] y *Cassia spectabilis* [18].

La composición de azúcares de la goma demostró que contiene galactosa, glucosa, arabinosa y xilosa; ésta composición es comparable con

Tabla 1
Datos analíticos de la goma purificada de semilla de *Hymenaeae courbaril*

Humedad, %	9,36
Ceniza, %	2,31
Viscosidad intrínseca (mL, g ⁻¹)	39
[α] _D in H ₂ O (°)	+5
Nitrógeno, % ^a	1,06
Fibra cruda, %	1,99
Fibra dietética, % *	73,75
Proteína ^a (%) (N × 6,25)	6,62
Ácidos urónicos, %	3
Composición de azúcares neutros después de la hidrólisis (%)	
Galactosa	62
Glucosa	20
Arabinosa	10
Xilosa	5

No se evidenció la presencia de taninos totales, alcaloides y cianuro. La goma fue aislada de la semilla con un alto contenido de endospermo (57%). ^a Corregido por humedad. *Fibra dietética de la goma sin purificar (60,69%).

estudios previos [19], pero difiere de otros resultados que reportan a glucosa y xilosa como componentes principales de la goma [1]; se evidenció trazas de ácidos urónicos, se ha reportado para otras gomas de semillas [20].

El contenido de ceniza de la goma es relativamente alto en comparación con los reportados previamente para la misma especie [19], y para otras gomas de las especies *Prosopis flexuosa* y *Prosopis chilensis* [3], pero menor que los valores reportados para la goma flaxseed [22].

Los contenidos de fibra dietética para la muestra sin purificar y la purificada son relativamente alto (60,69% y 73,75%). Mezclas de las gomas de *Acacia senegal* (arábica) y *Cyamopsis tetragonolobus* (guar) exhiben valores muy alto de fibra dietética (85%) [23].

Es interesante estudiar los efectos debido al consumo de productos que contengan la goma de *Hymenaeae courbaril*; estos podrían ser positivos debido a que su composición es muy similar a de las gomas comerciales. Por otra parte, la ausen-

cia de sustancias antinutricionales, como taninos, alcaloides y cianuro le confiere una posible aplicación en la industria alimentaria.

Los valores de proteínas son mas altos que los reportados para gomas comerciales [2, 22, 26] y otras gomas de semillas estudiadas [24], pero menores que los reportados en gomas como *Leucaena* sp. [21] y *Leucaena glabrata* [25].

La composición de aminoácidos, Tabla 2, de la goma estudiada muestra todos los aminoácidos esenciales en concentraciones variables. La histidina, metionina y ácido glutámico son los aminoácidos predominantes; mientras que la isoleucina, alanina y valina se encuentran en la proporción más baja. Estos hallazgos son similares a los reportados para la goma de *Leucaena glabrata* [25] y goma *flaxseed* [22]. La composición de aminoácidos tiene gran relevancia sobre las propiedades emulsificantes [26] e influyen sobre la calidad de las proteínas [27].

La composición catiónica, Tabla 3, mostró predominantemente calcio, magnesio, sodio y potasio. Los metales detectados, a excepción del potasio, se encuentran en mayor proporción que los reportados para las gomas de *Ciamopsis tetragonolobus* [22], *Leucaena glabrata*, *Spondia purpurea* [25]; *Prosopis flexuosa* y *Prosopis chilensis* [4].

Los iones metálicos en la estructura de los exudados gomosos se encuentran neutralizando parcialmente a los ácidos urónicos [5]. La ausencia de los ácidos urónicos en las gomas de semillas, sugiere que los metales pueden provenir de los minerales contenidos en el endospermo como parte de los nutrientes esenciales para la germinación [1]. La presencia de trazas de plomo, aluminio y cobre, no son impedimento para su posible uso como aditivo en la industria alimentaria.

Conclusiones

Las características fisicoquímicas encontradas en la goma estudiada, permite sugerir el potencial nutricional de esta goma, la cual debería ser ensayada en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Por otra parte, el alto contenido de fibra le confiere un uso potencial en medicina, para prevenir ciertas enfermedades [7, 8].

Tabla 2
Composición de aminoácidos de la goma de semilla de *Hymeneae courbaril*¹

Aminoácidos	%
Ácido aspártico	0,38 ± 0,05
Ácido glutámico	0,56 ± 0,006
Serina	0,438 ± 0,07
Glicina	0,29 ± 0,002
Histidina	1,9 ± 0,1
Arginina + treonina ²	0,44 ± 0,05
Alanina	0,24 ± 0,02
Prolina	0,282 ± 0,001
Tirosina	0,4532 ± 0,0004
Valina	0,251 ± 0,004
Metionina	0,575 ± 0,028
Isoleucina	0,14 ± 0,01
Leucina	0,336 ± 0,009
Fenilalanina	0,312 ± 0,001
Triptofano	0,30 ± 0,002
Lisina	0,31 ± 0,002

1. Media ± desviación estándar de tres determinaciones analíticas, expresado en porcentaje de base seca. 2. La arginina y treonina se determinó con base en el peso molecular de la arginina. No se detectó la presencia de hidroxiprolina y cisteína.

Tabla
Composición catiónica de la goma de semilla de *Hymeneae courbaril*¹

Metales	(µg/g de ceniza)
Sodio	69273 ± 1458
Potasio	31468 ± 2156
Calcio	315006 ± 3627
Magnesio	51981 ± 1031
Hierro	2207 ± 302
Zinc	3307 ± 65
Cobre	3,17 ± 0,59
Aluminio	10,79 ± 1,34
Plomo	3,07 ± 0,84

1. Media ± desviación estándar de tres determinaciones analíticas, expresado en porcentaje de base seca. n.d: No detectable la presencia de vanadio y cromo (límite de detección 0,05 µg/g).

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES). La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, por el financiamiento recibido para el desarrollo de esta investigación.

Referencias Bibliográficas

1. Silva M., Cortelazzo A. and Silveira M.: "Xyloglucan mobilisation in cotyledons of developing plantlets of *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae-Caesalpinoideae)". *Plant Science*. Vol. 154, (2000) 117-126.
2. Whistler R. L. and BeMiller J. N.: (Ed.). "Industrial Gums. Polysaccharides and their derivatives". 3th edition. Academic Press. San Diego. USA. (1993) 642.
3. Andon A. S.: "Applications of soluble dietary fiber". *Food Technology*. Vol. 4, (1987) 74-75.
4. Anderson D. M. W. and Weiping W.: "The characterization of proteinaceous Prosopis (mesquite) gums which are not permitted food additives". *Food Hydrocolloids*. Vol. 3, No.3, (1989) 223-242.
5. Anderson D.M.W. and Morrison N.A.: "Identification *Albizia* gums which are not permitted food additives". *Food Additives and Contaminants*. Vol. 7, No. 2, (1990) 175-180.
6. Anderson D.M.W. and Weiping W.: "Composition of the gum from *Combretum paniculatum* and four other gums which are not permitted food additives". *Phytochemistry*. Vol. 29, (1990) 1193-1195.
7. Steven L. and Hurt D.: "Nutritional implications of gums". *Food Technology*. Vol. 41, No.1, (1987) 77-82.
8. Rubio M.A.: "Implicaciones de la fibra en distintas patologías". *Nutrición Hospitalaria*. Vol.2, (2002) 17-29.
9. FDA.: "Federal Register Rules and Regulations". Vol.58, No.3, (1993).
10. Clamens C., Rincón F., Beltrán O., Sanabria L., León de Pinto G. y Martínez M.: "Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de los exudados gomosos de especies diseminadas en el estado Zulia, Venezuela". *Revista de la Facultad de Agronomía. LUZ*. Vol. 16, No. 1, (1999) 56-63.
11. Manzi A. and Cerezo A.: "The galactomannan like oligosaccharides from the endosperm of the seed of *Gleditsia triacanthos*". *Carbohydrate Research*. Vol. 134, (1984) 115-131.
12. A.O.A.C.: "Official method of analysis of the associations of official analytical chemists". *Non-Enzymatic-Gravimetric Method 993.21*. Horwitz (Ed.). Washington, D.C. (1995).
13. Rincón F., Clamens C., Guerrero, R., Beltrán O., León de Pinto G. y Martínez M.: "Physicochemical characterization of gum exudate from *Leucaena leucocephala* located Venezuela". *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. Volumen Vol. 41, No. 3, (2007) 323-330.
14. Dubois M., Gills K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. and Smith F.: "Colorimetric method for determination of sugars and related substances". *Analytical Chemical*. Vol. 28, (1956) 350-356.
15. Barham D. and Trinder P.: "An improved colour reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system". *Analyst*. Vol. 97, No. 151, (1972) 142-145.
16. Blumenkrantz and Gustav-Asboe-Hanun.: "Method for Quantitative determination of uronic acids". *Analytical Biochemistry*. Vol. 54, (1973) 484-489.
17. Tasnee M. and Sobramanjar N.: "Functional properties of guar meal protein isolates". *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol.34 (1986) 850-852.
18. Kapoor V., Taravel F., Joseleau J., Milas M., Chanzy H. and Rinaudo M.: "*Cassia spectabilis* seed galactomannan: structural, crystallographical and rheological studies". *Carbohydrates Research*. Vol. 306 (1988) 231-41.
19. Añez O., León de Pinto, G., Martínez, M., Gotera, O., And Sanabria, L.: "structural features of a xyloglucan isolated from *Hymenaea courbaril* gum". *Food hydrocolloids*. Volumen 21, (2007)1302-1309.
20. Bravo L., Grados, N., and Sauro-Calixto, F.: "Composition and potencial uses of mesquite pods (*Prosopis pallida* L): Comparison with

- carobs pods (*Ceratonia siliqua L*). Journal Science of Food Agriculture. Vol. 65(1994) 303-306.
21. Magdel-Din Hussein M., Wafaa Helmy A. and Salem H.N.: "Biological activities of some galactomannans and their sulfated derivatives". Phytochemistry. Vol.48, No.3 (1998) 479-484.
22. Cui W. and Mazza G.: "Physicochemical characteristics of flaxseed gum". Food Research International. Vol. 29, No.3/4 (1996) 397-402.
23. Milo L.: "Nutraceuticals & Functional Foods". Vol. 58, No.2 (2004) 71-75.
24. Tsumaraya Y., Hashimoto Y. and Yamamoyo S.: "An -L-arabino-D-galactan and L-arabino-D-galactan-containing proteoglycan from Radish (*Raphanus sativus*) seeds". Carbohydrate Research. Vol. 161 (1987) 113-126.
25. Pérez R., Sánchez A., Pérez S., and Vargas S.: "An analytical study of gums from *Leucaena glabrata* and *Spondia purpurea*". Journal of Science Food Agricultural. Vol. 68 (1995) 39-41.
26. Anderson D.M.W., Millard J. and Weiping W.: "Gum Arabic (*Acacia senegal*) from Niger-Comparison with other sources and potential agroforestry development". Biochemical systematic and Ecology. Vol. 19, No. 6 (1991) 447-452.
27. Coronas R.: "Manual práctico de dietética y nutrición". Editorial Médica JIMS, S.L. Barcelona. (1998).

Recibido el
En forma revisada el