

Perfil lipídico de las gomas de semilla de *Leucaena leucocephala* e *Hymenaea courbaril*

Omaira Áñez de S.^{1,*}, Omaira Gutiérrez de G.¹, Dina Abed El K.¹, Wendy Velazco¹,
Gladys León de Pinto¹ y Paula Guerra²

¹Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales,
Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia. Apdo. 526. Maracaibo, Venezuela.

²Centro Tecnológico Polar. Coordinación de Investigación Aplicada. Caracas, Venezuela.

Recibido: 19-10-10 Aceptado: 25-09-11

Resumen

Las semillas de *Leucaena leucocephala* e *Hymenaea courbaril* contienen una importante cantidad de goma a nivel del endospermo. Se determinaron los contenidos de materia seca, ceniza, extracto etéreo, proteína, nitrógeno y el perfil de ácidos grasos. Se utilizaron métodos clásicos para la caracterización de las gomas y la técnica de cromatografía de gases con detección por ionización de llama. La goma de *Hymenaea courbaril* tiene un mayor contenido de grasa total (2,93%) que la correspondiente a *L. leucocephala* (0,29%). Sin embargo, el contenido de ácidos grasos insaturados de esta última (64,4%) es relativamente mayor, destacando la presencia simultánea de dos ácidos grasos esenciales omega-3 y omega-6, lo cual proporciona un alto potencial valor nutritivo a la goma de *L. leucocephala*.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, *Hymenaea courbaril*, gomas de semilla, perfil lipídico, ácidos grasos esenciales.

Lipid profile of *Leucaena leucocephala* and *Hymenaea courbaril* seed gums

Abstract

Leucaena leucocephala and *Hymenaea courbaril* seeds contain a significant amount of gum in the endosperm. The content of ash, dry matter, ethereal extract, protein, nitrogen and the fatty acid profile were determined. Classical methods for the characterization of the gums, and ionization of flame gas chromatography detection were used. The *Hymenaea courbaril* gum has higher content of total fat (2.93%) than the *L. leucocephala* (0.29%). However, the unsaturated fatty acids contents of the last gum is relatively higher (64.4%), outstanding the simultaneous presence of the two essential fatty acids omega-3 and omega-6, which provides a high potential nutritional gum of *L. leucocephala*.

Keywords: *Leucaena leucocephala*, *Hymenaea courbaril*, gum seed, lipid profile, essential fatty acids.

* Autor para la correspondencia: aomaira@gmail.com

Introducción

Los hidrocoloides provenientes de semillas de plantas han tenido por muchos años un amplio uso industrial; los más utilizados son la goma guar y garrofin, extraídas del endospermo de las especies *Cyamopsis tetragonolobus* y *Ceratonia siliqua*, respectivamente; plantas que crecen en la India, Pakistán y en la zona litoral del Mediterráneo. La aplicabilidad de estos productos naturales en las industrias alimentaria, farmacéutica, textil, cosmética, entre otras (1, 2) como agentes espesantes, gelificantes y emulsificantes, han incentivado las investigaciones de gomas extraídas de semillas de otras especies con la finalidad de utilizarlas como posibles sustitutos.

Las especies *Leucaena leucocephala* (*Mimosaceae*) e *Hymenaea courbaril* (*Caesalpiniaceae*), son árboles ampliamente distribuidos en Venezuela y muy utilizados en nutrición humana y animal, en forma de granos, vainas y forraje. Sus semillas contienen elevados porcentajes de proteínas y la presencia de cantidades importantes de carbohidratos, minerales, fibra y vitaminas; así como cierto contenido de lípidos (3, 4). Además, estas semillas producen goma a nivel del endospermo con alto rendimiento y propiedades fisicoquímicas y estructurales comparables a las gomas aceptadas como aditivos alimenticios, lo cual les confiere una potencial aplicación industrial.

La utilización de estas gomas requieren una adecuada evaluación de sus propiedades fisicoquímicas, factores nutricionales (carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales) y antinutricionales (taninos, alcaloides, cianuro, metales tóxicos) que demuestren su inocuidad para su uso como aditivos alimenticios.

Se han realizado algunos estudios sobre el contenido de carbohidratos totales, proteínas y aceites grasos en las semillas enteras de *Leucaena leucocephala* (3, 5). El análisis estructural del polisacárido presen-

te en la goma contenida en el endospermo, determinó que es una estructura tipo galactomanán (6, 7). Recientemente, se ha reportado el contenido de fibra, taninos, fenoles, aminoácidos y metales tóxicos de la goma (8).

La goma extraída del endospermo de las semillas *Hymenaea courbaril*, conocida como algarrobo, ha sido caracterizada fisicoquímicamente y se han determinado los rasgos estructurales más relevantes (9), también se conocen algunos factores antinutricionales (10).

La presente investigación persigue determinar el contenido lipídico y el perfil de ácidos grasos de las gomas de *Leucaena leucocephala* e *Hymenaea courbaril*, lo cual puede proporcionar información valiosa en el establecimiento de criterios de funcionalidad para su posible uso industrial; así como su valor nutricional para el consumo humano y animal.

Materiales y métodos

1. Origen y purificación de las muestras

Los frutos maduros (vainas) de *Leucaena leucocephala* e *Hymenaea courbaril* se recolectaron en el Estado Zulia, Venezuela. Las semillas de *Leucaena leucocephala* (100 g) se remojaron en agua destilada (600 mL) se calentó a 60°C con agitación continua durante 16 horas, aproximadamente. Se separó la cáscara de la goma mecánicamente y la goma extraída se disolvió en cantidad suficiente de agua destilada, se filtró utilizando gasa y papel Whatman No. 1. Las semillas de *Hymenaea courbaril* se separaron manualmente de las vainas que las contienen, se retiró la pulpa y se colocaron en una estufa a 60°C por 1 hora para facilitar el retiro de la cascara. El endospermo se pulverizó en un molino de cuchillas (Cyclone Sample Mill U.D. Corporating); y se tamizó (80-140 mesh). La goma se extrajo del endospermo molido con agua destilada por agitación y calentamiento a 40°C durante 8

a 10 horas. Las soluciones de las gomas se purificaron en tubos de celofán (Spectra vapor membrane tubing, Fisher Scientific) contra agua de chorro circulante durante 48-72 horas y se secaron en un liofilizador (Labconco Freeze-Dryer 8) durante 48 horas utilizando una mezcla de acetona-hielo seco para su congelamiento.

2. Composición proximal de la goma (11)

2.1. Determinación de materia seca y ceniza. El contenido de materia seca se determinó por pérdida de peso de las muestras puras, en una estufa Fisher (Isotemp Oven) 300 modelo 318F a 105°C, por 18 horas. Para el contenido de cenizas se calentaron las muestras a 550°C en una Mufla Thermo Scientific Thermolyne por 12 h.

2.2. Contenido de nitrógeno y proteína. El porcentaje de nitrógeno se determinó por el método de Kjeldhal (12), el factor de conversión utilizado fue % N \times 6.25 para el cálculo de la proteína.

2.3. Extracto etéreo (materia grasa). La determinación del extracto etéreo se realizó por el método de Goldfish (13). Se pesó la muestra proveniente de la materia seca (1 g) y se colocó en un dedal de extracción limpio y seco. Los vasos de precipitados limpios y secos se calentaron en una estufa (105°C, 1h), se mantuvieron en un desecador a temperatura ambiente y se pesaron. La muestra se fijó bajo el condensador del aparato de extracción de Goldfish; se agregó éter (30 a 40 mL) al vaso de precipitado, se fijó en el anillo metálico y se adaptó a la parte inferior del condensador. Después de completar la extracción (8h) se destiló el éter del extracto etéreo y el vaso de precipitado se secó en la estufa (105°C, 30 min), se enfrió en el desecador a temperatura ambiente y se pesó.

3. Perfil lipídico de las gomas

3.1. Extracción y metilación de los ácidos grasos. Para la extracción y metilación de los ácidos grasos, se pesó la goma liofilizada (0,09 g) en tubos de ensayo, se

agregó metóxido de sodio (0,75 mL), se agitó durante 30 segundos, empleando el vortex y finalmente se agregó hexano (2 mL). Se colocaron los tubos en un agitador (30 min) y se centrifugó (2500 RPM, 15 min, 10°C). Se extrajo con una pipeta Pasteur la solución de hexano y se colocó en viales de reacción de fondo plano. Se repitió el procedimiento de extracción, agregando más hexano (1 mL). Luego se colocó sulfato de magnesio anhidro para remover el agua. Se concentró el extracto hasta 1/3 de su volumen.

3.2. Cromatografía de gases. El extracto obtenido (0,2 μ L) se inyectó en un cromatógrafo de gases Shimadzu® GC 14b, equipado con un inyector split/splitless, con una columna capilar Supelco SP-2380, con cianosiloxano altamente polar como fase estacionaria para la separación de los esteres metílicos de los ácidos grasos (30 m / 0,25 mm id / 0,25 μ m) y un detector de ionización a la llama (FID). El volumen de inyección fue de 1 μ L, por duplicado. Las condiciones cromatográficas fueron: temperatura del puerto de inyección 260°C, temperatura del detector 250°C, temperatura inicial del horno 200°C durante 4 minutos, incremento progresivo hasta 240°C (10°C/min) y se mantuvo a 240°C por 10 min. Se utilizó el nitrógeno como gas transportador a un flujo lineal de aproximadamente 25 cm/s. La identificación de los picos de las muestras, realizada por comparación con los tiempos de retención de los estándares, y la cuantificación del área de los picos, fueron llevadas a cabo usando el software Shimadzu® SMI Pack Class-VP. La cantidad relativa de cada ácido graso (porcentaje del total de ácidos grasos) se determinó por la integración del área dentro del pico y dividiendo el resultado entre el área total de todos los ácidos grasos.

Resultados y discusión

La comparación de algunos datos analíticos determinados para las gomas de semilla de *L. leucocephala* y *H. courbaril* (tabla 1), evidencia una diferencia en el contenido de cenizas de estas gomas (8,48% y

Tabla 1
Parámetros analíticos de la gomas de semilla de *Leucaena leucocephala* e *Hymenaea courbaril*

Parámetros Analíticos (%) ^a	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>
Materia seca	90,48	90,95
Ceniza ^b	8,48	0,49
Extracto etéreo	0,29	2,93
Nitrógeno ^b	0,52	0,49
Proteína ^b	3,26	3,07
(N × 6,25)		

^a Valores promedio. ^b Valores expresados en base a materia seca.

0,49%, g de óxidos metálicos/100 g de muestra seca, respectivamente). Este parámetro se ha relacionado con el contenido de metales que neutralizan los ácidos urónicos presentes en la estructura de los polisacáridos de estos productos naturales (14). Se han reportado contenidos muy bajos de estos ácidos en la estructura de las gomas estudiadas (4, 7).

El contenido de extracto etéreo (g de grasa/100 g de muestra seca) para la goma de *H. courbaril* (2,93%) es similar al reportado para la goma de semilla de *Prosopis africana* (2,40%) (15) y superior al descrito para la goma de *L. leucocephala* (0,29%), lo que pudiera indicar un mayor contenido de grasa para esta goma. Este parámetro representa la porción extraída con éter como solvente, el cual incluye, además de grasa, otras sustancias solubles como pigmentos vegetales y ceras, entre otras. Por otra parte, los contenidos de proteína (g proteína/100g de muestra seca) presentan valores muy cercanos para las gomas de *L. leucocephala* (3,26%) e *H. courbaril* (3,07%).

El perfil de ácidos grasos de las gomas (g ácido graso/100 g de muestra seca), tabla 2, mostró que la goma de *H. courbaril* presenta un contenido de ácidos grasos saturados (50,58%) e insaturados (49,42%) muy similar, mientras que para la goma de *L. leucocephala* el porcentaje de ácidos grasos insaturados (64,4%) casi duplica al de

los saturados (35,6%). La presencia de ácidos grasos mono y poliinsaturados en las proporciones encontradas les imparte importancia a estas gomas desde el punto de vista nutricional, debido a los beneficios reportados de estos ácidos grasos insaturados en la prevención de enfermedades cardiovasculares. Los ácidos grasos saturados presentes en la goma de *L. leucocephala* se encuentran en el rango de C12 a C20, siendo el ácido palmítico (C16:0) el predominante (29,10%) y el ácido araquídico (C20:0) el de valor más bajo (0,10%). Para la goma de *H. courbaril* se evidenció la presencia de un ácido saturado de menor tamaño (C8:0, ácido caprílico) y otro mayor (C22:0, ácido behénico), ausentes en la goma de *L. leucocephala*; sin embargo es importante resaltar, la ausencia del ácido láurico (C12:0) en *H. courbaril*. Los ácidos grasos saturados mayoritarios en esta última goma son el ácido behénico (17,43%), ácido palmítico (15,13%) y ácido esteárico (12,84%).

Dentro del grupo de los ácidos grasos insaturados, los monoinsaturados son los predominantes en ambas gomas estudiadas, para *L. leucocephala* (58,6%) e *H. courbaril* (47,90%). El ácido palmitoléico (C16:1) es el ácido monoinsaturado de mayor presencia en la goma de *L. leucocephala* (32,00%) mientras que en *H. courbaril* es el ácido oléico (18:1), abundante en el aceite de oliva, con 46,20%.

Tabla 2
 Perfil de ácidos grasos de la gomas de semilla de *Leucaena leucocephala* e *Hymenaea courbaril*^{a,b}

Ácidos grasos	Nombre común	<i>Leucaena leucocephala</i> (%)	<i>Hymenaea courbaril</i> (%)
Saturados			
C 8:0	ácido caprílico	-	0,10 ± 0,0
C12:0	ácido laurico	0,80 ± 0,30	-
C14:0	ácido mirístico	1,10 ± 0,10	0,06 ± 0,01
C 15:0	ácido pentanoico	1,50 ± 0,10	0,04 ± 0,01
C 16:0	ácido palmítico	29,10 ± 0,70	15,13 ± 0,30
C 17:0	ácido margárico	0,20 ± 0,10	0,24 ± 0,00
C 18:0	ácido esteárico	2,8 ± 0,90	12,84 ± 0,23
C 20:0	ácido araquidico	0,10 ± 0,01	4,74 ± 0,04
C 22:0	ácido behénico	-	17,43 ± 0,19
Total de ácidos grasos saturados		35,60	50,58
Monoinsaturados			
C16:1	ácido palmitoleico	32,00 ± 2,00	-
C18:1n9c	ácido oleico	16,30 ± 0,20	46,23 ± 0,13
C18:1n9t	ácido elaídico	10,00 ± 1,00	-
C 20:1	ácido gadoleico	-	1,53 ± 0,01
C 22:1n9	ácido erúxico	0,30 ± 0,20	0,14 ± 0,02
Total de ácidos grasos monoinsaturados		58,60	47,90
Poliinsaturados			
C 18:2n6c	ácido linoleico	5,60 ± 0,80	1,52 ± 0,01
C 18:3n3	ácido alfa-linolénico	0,20 ± 0,10	-
Total de ácidos grasos poliinsaturados		5,80	1,52

^a Datos presentados como media ± desviación estándar de tres determinaciones analítica.

^b Los porcentajes son relativos al total de ácidos grasos presentes y expresados en base seca.

En la goma de *L. leucocephala* a diferencia de *H. courbaril*, se evidenció la presencia del isómero geométrico del ácido oléico (C18:1n9c), el ácido elaídico (C18:1n9t) con 16,30% y 10,00% (g/100g de muestra seca), respectivamente. Este ácido graso es de tipo "trans", con una estructura recta y poco flexible, lo cual influye negativamente sobre su funcionalidad. Los ácidos grasos "trans" han sido relacionados con un incre-

mento de la resistencia a la insulina y por lo tanto a la diabetes tipo 2, como también a la enfermedad cardíaca (16).

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados es mayor para la goma de *L. leucocephala* (5,80%) que para el polímero de *H. courbaril* (1,52%). Se identificaron dos ácidos grasos esenciales (AGE) en la goma de *L. leucocephala*, ácido linoleico (5,60%), omega-6 y ácido alfa-linolénico (0,20%), ome-

ga-3; sin embargo, el único AGE encontrado en la goma de *H. courbaril* fue el ácido linoleico.

Los AGE se deben incluir en la dieta porque el metabolismo humano no los puede derivar de otros ácidos grasos. El ácido alfa-linolénico (ALA) se encuentra principalmente en algunas semillas, aceites vegetales y vegetales de hoja verde; es precursor de otros omega-3. Estos ácidos grasos omega-3 de cadena larga han demostrado que reducen los triglicéridos de la sangre; aumentan el colesterol de alta densidad HDL (el colesterol bueno); reducen la presión arterial, la reactividad de plaquetas y la actividad neutrófila, todas estas acciones ayudan a reducir el riesgo de enfermedades coronarias. Hoy en día se conoce la importancia de ingerir omega-3 durante el embarazo, por su papel fundamental en el desarrollo del cerebro y la formación de retinas del bebé (17).

En estudios clínicos se ha encontrado que el ácido alfa-linolénico en la dieta es tan eficiente como el ácido oleico (18:1n-9) y ácido linoleico (18:2n-6) para reducir del plasma sanguíneo el colesterol total, el colesterol de baja densidad LDL y el colesterol de muy baja densidad VLDL (18).

El estudio de la fracción lipídica de las especies nos permite inferir que la goma de semilla de *L. leucocephala* presenta un valor nutricional más alto que la de *H. courbaril*, debido a su mayor contenido de ácidos grasos insaturados; así como la presencia de omega-6 y omega-3; los cuales son beneficios a la salud por sus efectos en la disminución de riesgos de enfermedades cardiovasculares.

Referencias

1. WHISTLER R.L., BEMILLER J.N. (Ed.). **Industrial Gums. Polysaccharides and their derivatives**. 3th edition. Academic Press. San Diego (USA), 642. 1993.
2. ANDON A.S. **Food Technol** 4: 74-75. 1987.
3. SETHI P., KULKARNI P. **Int J Food Sci Nutr** 45(1): 35-39. 1994.
4. MOLINA E., ABED D., MONTERO K., PARRA Y., AÑEZ O., LEÓN G., BRAVO A. **Rev Téc Ing** Universidad del Zulia 31(1): 90-05. 2008.
5. SETHI P., KULKARNI P. **Food Nutr Bull** 16(3): 224-237. 1995.
6. MANJOOSHA S., KAPOOR V.P. **Chem Biodivers** 2(3): 295-317. 2005.
7. GUTIÉRREZ O., AÑEZ O., LEÓN G., ABED D., MOLINA E. **Cienc** 15(4):481-487. 2007.
8. ABED D., MOLINA E., MONTERO K., GUTIERREZ O., TRONCONE G., LEON G. **Rev Fac Agron** (LUZ) 25:95-108. 2008.
9. AÑEZ O., LEON G., MARTINEZ M., GOTERA O., SANABRIA L. **Food Hydrocolloid** 21: 1302-1309. 2007.
10. ABED D. Aspectos antinutricionales de las gomas de semilla de *Hymenaea courbaril* y *leucaena leucocephala*. Trabajo de Ascenso para ascender al escalafón de Profesor Titular. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela). 2007.
11. OGUNLADE I., LLUGBIYIN A., OSASONA A.LL. **Afr J Food Sci** 5:32-35. 2011.
12. AOAC. **Official Methods of analysis of the Associations of Official Analytical Chemists**. Vol II W. Horwitz (Eds.) Washington DC. 1995.
13. AOAC **Official methods of Análisis**, 13th Ed. Association of official Analytical Chemists. Washington DC. 1980.
14. ANDERSON D.M.W., MORRISON N.A. **Food Addit Contam** 7(2), 175-180. 1990.
15. ACHI O.K., OKOLO N.I. **Int J Food Sci Tech** 39(4): 431-436. 2004.
16. HAYAKAWA K., LINKO Y-Y, LINKO P. **Starch** 52 : 229-235. 2000.
17. HARRIS WS. **Am J Clin Nutr** 65:1645-1654. 1997.
18. MENSINK R.P., KATAN M.B. **Arterioscler Thromb.** 12: 911-919. 1992.