

CIENCIA 23(1), 23 - 29, 2015
Maracaibo, Venezuela

Estudio comparativo de los parámetros fisicoquímicos de las gomas de varios especímenes de *Sterculia apetala* ubicados en diferentes zonas estado Zulia

Marvelys Larrazábal^{1,*}, Maritza Martínez², Juan Parra²,
Antonio Vera³, Jorge Ortega⁴ y Vinicio Andrade⁵

¹Programa de Ingeniería. Núcleo Costa Oriental del Lago. Universidad del Zulia.

²Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales.
Facultad de Humanidades y Educación. Universidad del Zulia.

³Laboratorio de Ecología. Centro de Investigaciones Biológicas. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad del Zulia. ⁴Departamento de Estadística Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. ⁵Escuela de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia.

Recibido: 23-02-14 Aceptado: 27-02-15

Resumen

Sterculia apetala (camoruco) es una especie diseminada en 17 estados de Venezuela cuyas flores, corteza, hojas y raíz se usan en medicina natural. Bajo condiciones estresantes, exuda goma de color claro y muy viscosa. El objetivo de esta investigación es realizar un estudio comparativo de los parámetros fisicoquímicos de las gomas de especímenes de *S. apetala* localizados en el estado Zulia, Venezuela. Las muestras de goma se recolectaron de especímenes ubicados en los municipios Maracaibo, Jesús Enrique Lossada, Santa Rita y Cabimas. Se compararon los parámetros fisicoquímicos: humedad, cenizas, viscosidad, rotación específica, porcentaje de proteínas, composición de azúcares y composición catiónica usando la metodología clásica para carbohidratos. Los porcentajes de cenizas y ácidos urónicos muestran proporcionalidad en todos los casos y se corresponden con la composición catiónica. La goma procedente de Maracaibo difiere del resto de los especímenes de goma estudiados en cuanto a los contenidos de galactosa y arabinosa. La goma de Cabimas se caracteriza por mayores porcentajes de proteína, magnesio y aluminio, mientras que la del municipio Jesús Enrique Lossada destaca por su mayor viscosidad y altas concentraciones de sodio y potasio. Los resultados sugieren que existen diferencias y semejanzas importantes entre las gomas provenientes de una misma especie ubicados en distintas zonas o localidades.

Palabras clave: *Sterculia apetala*, parámetros fisicoquímicos, variaciones, exudados gomosos.

* Autor para la correspondencia: marvelysl@gmail.com

Comparative study of the physicochemical parameters of the gum specimens *Sterculia apetala* several different locations in Zulia state

Abstract

Sterculia apetala (camoruco) is disseminated in seventeen states of Venezuela. Its flowers, bark, leaves and roots are used in natural medicine. Under stressful conditions, it exudes a clear gum and very viscous. The objective of this research is, made a comparative study on physicochemical parameters of gum of specimens on *S. apetala*, located in the state of Zulia. Samples of gum were collected from specimens in the municipalities Maracaibo, Jesus Enrique Lossada, Santa Rita and Cabimas. Physicochemical parameters were compared, moisture, ash, viscosity, specific rotation, % protein composition sugars and cationic composition, were measured using the classic methodology for carbohydrates. The percentages of ash and uronic acids show proportionality in all cases according with the cationic composition. The gum from Maracaibo differs from the rest of the gums specimens regarding with its galactose and arabinose contents. The Cabimas gum is characterized by higher protein, magnesium and aluminum percentages, while the Jesus Enrique Lossada gum exudate has higher viscosity, and sodium and potassium concentrations. The results suggest that there are important differences and similarities between gums from the same species located in different areas or localities.

Keywords: *Sterculia apetala*, physicochemical parameters, variations, gums exudates.

Introducción

Sterculia apetala (Jacq.) Karst es una especie que se encuentra diseminada en el sureste de México, Centroamérica y Suramérica y algunas islas del Caribe (1), en Venezuela se distribuyen en los bosques del norte y del sur (2), en 17 estados, entre los 50 a 500 msnm (3). Las flores, corteza y hojas se usan en medicina popular. La infusión de la hoja y la corteza, es usada para afecciones del pecho y atenuar las molestias del catarro. En Guatemala también le atribuyen propiedades contra la malaria. La decocción de la flor se bebe para la tos y el insomnio y con la flor se hace jarabe para la gripe, bronquitis, tos crónica y asma. La decocción de la hoja se bebe para el reumatismo y el tónico de la semilla cocida se bebe como estimulante. En la raíz se ha encontrado una sustancia que sirve como materia prima para la obtención de cortisona, compuesto utilizado para combatir la artritis y el reumatismo (4).

S. apetala exuda una goma clara y altamente viscosa la cual ha sido objeto de un estudio químico y estructural, el cual demostró la complejidad del polisacárido. El análisis estructural de la goma original y sus productos degradados, por vía química y espectroscopia de RMN de ^{13}C y ^1H , reveló que el esqueleto central corresponde a un heteropolisacárido tipo B (5), un galacturonoramnán, semejante a otros núcleos reportados para gomas de Sterculiaceae (6). Un estudio posterior demostró que la proporción Ram:AGal es de 3:1 en el núcleo; la ramnosa se encuentra 2-O- enlazada, a diferencia de lo descrito para el esqueleto central de la goma karaya (*S. urens*) en el cual los residuos de ramnosa son de tipo 4-O-; la ramnosa está unida cada dos residuos al C-4 del ácido galacturónico. Las cadenas laterales están conformadas por residuos de ramnosa 2-O-, terminadas en xilosa y/o arabinofuranosa(7). El exudado gomoso de *S. apetala* se compone de una fracción proteica minoritaria; se han aislado

oligopéptidos los cuales podrían conferirle a la goma una actividad emulsionante(8). La caracterización fisicoquímica de las gomas se basa en la determinación de una serie de parámetros los cuales en su conjunto, constituyen una “huella dactilar” que serviría para caracterizar una especie en particular y para diferenciarlas de otras pertenecientes al mismo género u otro taxón(9). Por otra parte el conjunto de estos parámetros podría tomarse como criterio racional para ensayar el uso de determinada goma en las industrias alimentaria, farmacéutica, textil, cosmética entre otras(10). Se han descrito pocos estudios sobre la variación de estos parámetros en gomas proveniente de varios especímenes de la misma especie productora de goma: *Acacia karoo*(11), *Leucaena leucocephala*(12), *Anacardium occidentale L* (13), *Khaya senegalensis* (14), *Anogeissus leiocarpus* (15) y *Acacia Senegal* (16). El objetivo de esta investigación fue comparar los parámetros fisicoquímicos de las gomas provenientes de especímenes de *Sterculia apetala* localizados en diferentes zonas del Estado Zulia.

Materiales y métodos

Área de estudio: El área de estudio corresponde a una zona de vida de Bosque Muy Seco Tropical (17) con las coordenadas siguientes:

Zona 1. Municipio Maracaibo: N 10° 40' 35,5" y O 71° 38' 13,0"

Zona 2: Municipio Jesús Enrique Losada: N 10° 42' 51,8" O 71° 50' 12,8"

Zona 3: Municipio Santa Rita: N 10° 32' 05,7" y O 71° 31' 06,8"

Zona 4: Municipio Cabimas: N 10° 25' 55" y O 71° 28' 49"

Origen y recolección de la goma de *Sterculia apetala*: Se seleccionaron al azar 5 especímenes por zona, debidamente identificados como *Sterculia apetala* (“camoruco”). Se practicaron heridas a nivel del tallo y la goma se recolectó periódicamente (cada

15 días), previa remoción de las heridas. La estimulación y recolección se llevó a cabo durante la época seca (Enero-Marzo, 2012). Las gomas de cada zona se, almacenaron en condiciones asépticas y secas y luego se purificaron: disolución en agua destilada, diálisis contra agua de chorro circulante (48 h) y liofilización.

Métodos analíticos: Las determinaciones de humedad y de cenizas se determinaron por diferencia de peso, empleando una estufa FISHER ISOTEMP OVEN 300 y una muffla THER MO SCIENTIFIC, de acuerdo con la AOAC (18). El porcentaje de Nitrógeno se calculó utilizando el Método Kjeldahl (19) y el porcentaje de proteína se calculó mediante la siguiente relación $\%P = \%N \times 6,25$. La rotación específica, en agua, se determinó en un polarímetro digital PERKIN-ELMER, a temperatura promedio de medición de 28° C, a una longitud de onda de 5890 nm. La viscosidad se determinó por el método de dilución isoiónica, usando un viscosímetro tipo UBBELOHDE (20). La composición catiónica se determinó por espectrofotometría de absorción atómica, usando un espectrofotómetro de Absorción Atómica marca PERKIN ELMER, MODELO 3030B (21). Los azúcares neutros presentes se identificaron por cromatografía de papel, previa hidrólisis (H_2SO_4 1 M, 8 h), usando papel Whatman N° 1, el sistema de solvente básico: acetato de etilo, piridina y agua (8:2:1) y el revelador fue el clorhidrato de anilina. Posteriormente, la cromatografía preparativa de papel (Whatman 3 MM) permitió la separación de los azúcares neutros los cuales se cuantificaron por el método colorimétrico de fenol-sulfúrico(22). La absorbancia se midió en un Spectronic 21 (BAUSH y LOMB, USA) a una longitud de onda de 490 nm, previa elaboración de curvas de calibración con soluciones estándares de los azúcares involucrados. La composición de azúcares neutros se corroboró por HPLC, en un cromatógrafo WATER 410 usando una columna YMCA-Pack PA (4,6 mm x 250 mm, S-5 μm) con una velocidad de flujo de 1mL/min a temperatura de 25 °C; la fase móvil usada fue acetonitrilo-

agua (75:25) en forma isocrática, el volumen de inyección de 4 μL , con tiempo de corrida de 15 min y utilizando un detector de índice de refracción AUFS 64. Para la cuantificación se realizaron curvas de calibración en un intervalo concentraciones apropiadas (0,5 1, 2, 5 y 10 mg/mL).

El contenido de azúcares ácidos se determinó por el método cuantitativo del metahidroxibifenilo (23). El ácido galacturónico, se verificó por cromatografía de papel, previa hidrólisis ácida (H_2SO_4 1 M), usando los siguientes sistemas de solventes: a) acetato de etilo, piridina y agua (8:2:1) y b) acetato de etilo, piridina, ácido acético y agua (5:5:1:3) (24).

Análisis estadístico: Los análisis estadísticos se realizaron usando el Programa SAS, versión 9,13 con el procedimiento ANOVA y la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Resultados y discusión

Los parámetros fisicoquímicos promedio: humedad, cenizas nitrógeno, proteína, acidez y composición de azúcares neutros, de las gomas procedentes de los especímenes localizados en las distintas zonas se muestran en la tabla 1.

Los porcentajes de humedad de las gomas en estudio son comparables y se encuentran dentro de los límites establecidos por la Unión Europea para una goma de buena calidad. La humedad es un criterio importante a considerar en el almacenamiento, transporte y conservación de los alimentos (25).

Los porcentajes de cenizas oscilan entre 9,61 (para la goma del municipio Jesús Enrique Lossada) y 11,18 (para la goma de Maracaibo); los valores para los especímenes de goma de la Costa Oriental del Lago (COL), no difieren significativamente entre sí y se insertan dentro de dicho intervalo, Tabla 1. Los relativos altos contenidos de cenizas se relacionan con sus elevados porcentajes de acidez; se ha descrito que los ácidos uró-

nicos tienden a estar parcialmente neutralizados por metales en estos polímeros (26). En este sentido, el contenido de cationes de las cenizas de los distintos especímenes se muestra en la tabla 2. El calcio es el catión más abundante como se ha reportado para otras gomas (27). Los exudados gomosos de Maracaibo y Santa Rita poseen mayor contenido de calcio, mientras que la goma de Cabimas tiene mayor porcentaje de magnesio. Sin embargo, la muestra del municipio Jesús Enrique Lossada mostró los mayores contenidos de sodio y potasio, Tabla 2. Se ha descrito que los suelos de la altiplanicie de Maracaibo son ricos en calcio y el magnesio abunda a profundidades mayores a 1 m (28). Por otra parte, la concentración de aluminio difiere significativamente para las gomas de todas las zonas, destacando en la goma del espécimen de Cabimas. Se han reportado, en sectores de la Costa Oriental del Lago, suelos del tipo alfisoles que se caracterizan por poseer un horizonte de acumulación de arcillas, las cuales son filosilicatos de aluminio hidratados con cantidades variables de magnesio entre otros cationes (29). Los metales tóxicos plomo, mercurio y vanadio, por su parte, están en baja proporción, para todas las muestras, sin diferencias significativas.

Los valores de viscosidad entre las gomas de los especímenes estudiados en las cuatro zonas exhiben diferencias significativas ($p > 0.05$). El espécimen ubicado en Jesús Enrique Lossada presenta la mayor viscosidad intrínseca, propiedad vinculada con el comportamiento del polímero en solución, correspondiendo probablemente a una conformación más extendida (30). La rotación específica para la goma procedente de este mismo municipio, es baja negativa, mientras que el resto de las gomas exhiben valores altos positivos, lo cual indica el predominio de residuos $\alpha\text{-L}$ y $\beta\text{-D}$, respectivamente, dentro de la estructura de las gomas estudiadas. Esto podría vincularse, a diferencias en el establecimiento de los enlaces glicosídicos, entre los residuos de azúcar durante las distintas etapas de la biosíntesis de la goma (31).

Tabla 1.
Parámetros fisicoquímicos de las de gomas de *Sterculia apetala*
localizados en diferentes zonas del estado Zulia

Parámetros Fisicoquímicos	Municipios del Estado Zulia			
	Maracaibo ^a	Jesús Enrique Lossada ^a	Santa Rita ^a	Cabimas
Humedad, %	6,37a	10,45a	10,58a	9,35a
Cenizas, %	11,18a	9,61b	10,05a-b	10,26a-b
Viscosidad (mL/g)	429a	508b	331c	278d
Rotación específica, grados	+51a	25b	+15c	+25d
Nitrógeno, %	0,28a	0,27a	0,27a	0,33b
Proteína, %	1,75a	1,73a	1,74a	2,08b
Acidez, %	46a	34b	39c	40c
Composición de azúcares neutros (%)				
Galactosa	24a	17b	15b	18b
Arabinosa	5a	16b	18b	17b
Xilosa	8a	12b	8b	9a-b
Ramnosa	17a	16a	20a	17a
Gal/Ara	5:1	1:1	1:1	1:1

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La goma de los especímenes localizados en Cabimas tiene un porcentaje de nitrógeno y proteína mayor a los ubicados en las otras localidades; existe una correlación positiva entre el contenido de nitrógeno del suelo y la producción de goma (27). Asimismo la presencia de proteína en los exudados gomosos se ha asociado a sus propiedades emulsio-nantes (32).

La composición de azúcares neutros se muestra en la tabla 1. La goma precedente

del municipio Maracaibo exhibe el mayor contenido de galactosa y por tanto de relación gal/ara. Los porcentajes de xilosa oscilan entre 8 a 12%, correspondiendo a la goma de Jesús Enrique Lossada el mayor valor. No existen diferencias significativas en cuanto a los contenidos de ramnosa entre las gomas de las cuatro localidades. Las diferencias en cuanto a la incorporación de los azúcares a los exudados, en algunas de las etapas de biosíntesis, podrían estar vinculadas con estos resultados (33).

Tabla 2. Composición mineral de las gomas de *S. apetala* localizadas en las distintas zonas estudiadas

Municipios del Estado Zulia				
Cationes, mg/g	Maracaibo	Jesús Enrique Lossada	Santa Rita	Cabimas
Calcio	53,10a	48,17b	52,07a	46,69B
Magnesio	4,84a	4,99a	4,05d	9,71C
Sodio	1,52a	1,80b	1,67c	1,69b-c
Potasio	0,56a	2,41b	0,59a	0,68c
Tóxicos				
Aluminio	0,10a	0,04b	0,65c	0,18D
Plomo	0,01	0,01	0,01	0,01
Mercurio	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Vanadio	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias y semejanzas importantes entre los parámetros físicos-químicos de las gomas de los especímenes localizados en diferentes zonas estudiadas; probablemente estas diferencias se relacionan con las distintas composiciones de los suelos.

Referencias bibliográficas

- DVORAK, W., URUEÑA, H., MORENO, LA., GOFORTH, J. *Forest Ecol. Manag.*, 111 (2/3):127-135. 1998.
- HOYOS, J. *Flora de la isla de Margarita, Venezuela*. Sociedad y fundación La Salle de Ciencias Naturales, Monografía 34. Caracas (Venezuela) 806. 1985.
- HOKCHE O., BERRY P. y HUBBER O. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto botánico de Venezuela. Dr. Tobías Lasser. Caracas. Venezuela. 635. 2008.
- RODRÍGUEZ VARGAS ARIEL. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Recuperado el 15 de agosto de 2008. Universidad de Panamá. Panamá. www.biota.word.com.
- LARRAZÁBAL M., MARTÍNEZ M., SANABRIA L., LEÓN DE PINTO G., HERRERA J. *Food Hydrocolloid* 20: 908-913. 2006.
- STEPHEN, A. M., CHURMS, S. C. Y VOGT D.C. *Biochem-US* 2: 483-522. 1990.
- LARRAZÁBAL M., MARTÍNEZ M., LEÓN DE PINTO G., ABED EL KADER D., HERRERA J., BRAVO A. *Ciencia* 19(2):136-141. 2011.
- LARRAZÁBAL, M. Aislamiento y caracterización estructural de oligosacáridos de la goma de *Sterculia apetala*. (Para obtener el título de Doctora en Química). Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela). 106 pp. 2009.
- LEÓN DE PINTO, G., RODRÍGUEZ, M., MARTÍNEZ M. AND RIVAS, C. *Biochem. Syst. Ecol.*, 21: 297-300. 1993.
- VERBEKEN D., SIERCKX, S., DEWETTINC K. *Appl. Microbiol. Biot.* 63: 161-163. 2003.
- ANDERSON, D. M. W., DEA, I. C.M. *Phytochemistry* 8: 167-176. 1969.
- NIGHAT A., MAHBOOB ALI K., RASHID A. K., AIJAZ ANWAR M. *Pak. J. of Pharm. Sci.* 24(2):13-16. 2007.
- GYEDU-AKOTO, E., ODURO, I., AMOAH, F. M., OLDHAM, J. H., ELLIS, W. O., OPOKU-AMEYAW, K., RASHEED BIN H. *Afr. J. Food Sci.*, 2:060-064. 2008.

14. MAHMUD, HS., OYI, A. R., RAND ALLAGH T. S. **Nig. Journ. Pharm. Sci.** 7 (1): 146-152. 2008.
15. SAMIA, E. T. A., BABIKER E. W. M. AHMED K. K. **Pak. J. Nutrition** 8(6): 782-786.2009.
16. MHINZI, G.S. **Bull. Chem. Soc. Ethiop.** 171: 67-74. 2003.
17. EWEL J. y MADRIZ A. Zona de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, 264 pp. 1968.
18. Association of official Analytical Chemist (AOAC). Official methods of analysis Vol. II. W. Horwitz (Eds). Washington, D.C. USA. 1996.
19. LILLEVIK, H. A. The Determination of Total organic Nitrogen In: Methods in Food Analysis. Food Science and Technology. A Series of Monographs Second Edition. Edited by Maynard A. Joslyn. Academic Press. Chapter XX. Pages 601-616. 1970.
20. URIBE, M. & MEHERENBERGER, P. Y. *Los polímeros síntesis y caracterización*. Editorial Limunsa. México. 1980.
21. SKOOG, D. A. Y LEARY J.J. *Análisis instrumental*. Cuarta Edición. Mc Graw-Hill. Caracas (Venezuela) 1994.
22. DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERT, P. A. and SMITH, F. **Ana Chem** 28: 350-355. 1956.
23. BLUMENKRANTZ N., ASBOE-HANSEN G. **Anal Biochem.** 54: 484-489. 1973.
24. KINSLEY, H. "A study of the components of the lead subacetatos precipitates of the leaves of *Populus tremuloides*". Ph. D. Thesis. Lawrence University, Wisconsin. 1967.
25. YUSUF A. K. **Jorind** 9 (2): 10-17. 2011.
26. RINCÓN, F., CLAMENS, C., GUERRERO, R., LEÓN DE PINTO, G. AND MARTÍNEZ M. **Bol. Centro Invest. Biol.** 41(3): 323-330. 2007.
27. UNANAONWI OE. Effects of nitrogen, calcio and cation exchange capacity of gum yield in Acacia Senegal under plantation and Savan wood land conditions in northern Guinea Savana Nigeria. Short Communication-doi: 10.3832. iforest 4: 190-194. 2011.
28. NOGUERA P. N.; PETERS W.; JIMÉNEZ F. L.; MORENO L. Centro de información y referencia de suelos para la Cuenca del Lago de Maracaibo. I Caracterización química y mineralógica de los suelos de la colección. Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. 2011.
29. SCHARGEL R. *Una reseña de la geografía física de Venezuela, con énfasis en los suelos*. Biollania Edición Esp. 10:11-26. Caracas. Venezuela. 2011.
30. CARMIÑA G. LÓPEZ B. L. **Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia** 53. 2010.
31. Jones, J. K. N. Smith, F. **Advan Carboh Chem.** 4: 243-249. 1949.
32. CHEN, R. y R. TWILLEY. **J. Ecol.** 78: 113-133. 1996.
33. RANDALL, R.C.; PHILLIPS, G.O., WILLIAMS, P.A. **Food Hydroc.** 2: 131-140.1988.