

Nota Técnica:

Caracterización analítica de cinco gomas *Mimosaceae* Venezolanas y su posible aplicación industrial

Technical note:

Analytical characterization of five Venezuelan *Mimosaceae* gums which have a possible industrial applications

D. Abed El Kader¹, E. Molina¹, G. León de Pinto¹, G. Negrón² y M. Lachmann³

Resumen

Acacia glomerosa, *Acacia tortuosa*, *Acacia macracantha*, *Samanea samán* y *Enterolobium cyclocarpum*, especies *Mimosaceae* venezolanas, tiene la capacidad de exudar goma, después de un estímulo apropiado. Datos de estas gomas, determinados por métodos analíticos clásicos, son muy interesantes. Las gomas de *Acacia tortuosa* y *Acacia macracantha* son muy solubles en agua; las gomas de *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea samán* mostraron alto valor de la viscosidad intrínseca. La composición de azúcares de las gomas estudiadas demostró contener galactosa, arabinosa, ramnosa, ácido glucurónico y su 4-0-methyl derivado. Los datos obtenidos mostraron algunas similitudes con los reportados para la goma de *Acacia senegal*, la cual tiene amplia aplicación industrial; por lo tanto, sería muy interesante ensayar el comportamiento de esas gomas en la industria alimentaria y en otras aplicaciones industriales.

Palabras clave: *Mimosaceae*, exudados gomosos, aplicación, características físico-química

Abstract

Acacia glomerosa, *Acacia tortuosa*, *Acacia macracantha*, *Samanea saman* and *Enterolobium cyclocarpum*, Venezuelan *Mimosaceae* species, are able to exudate gum, after appropriate stimulation. Data on these gums, determined by classical analytical methods, are very interesting. *Acacia tortuosa* and *Acacia macracantha* gums are very soluble, in water; *Enterolobium cyclocarpum* and

Recibido el 13-6-2001 • Aceptado el 6-6-2002

1. Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales, Facultad de Humanidades y Educación. LUZ. 0261-7596269. E-mail: gleon@luz.Ve;gleon39@hotmail.com

2. Laboratorio de Toxicología. Facultad de Veterinaria. LUZ.

3. Laboratorio de Nutrición Animal. Facultad de Veterinaria. LUZ

Samanea saman gums showed high intrinsic viscosity. Sugar composition of the gums studied showed them to contain galactose, arabinose, rhamnose, glucuronic acid and its 4-O-methyl derivative. The data obtained showed some similarities with that reported for *Acacia senegal* gum, which has wide industrial application; therefore, it would be very interesting to test the behavior of those gums in the food industry and other industrial applications.

Key words: *Mimosaceae*, gum exudates, application, physical-chemical characteristics.

Introducción

Los exudados gomosos se han considerado tradicionalmente como heteropolisacáridos ácidos. Se ha evidenciado, recientemente, la presencia de una fracción proteica enlazada al glúcido, por lo tanto, son una mezcla de polisacárido y arabinogalactán proteína (AGP) (1,8,43).

El heteropolisacárido ácido, estructura predominante de la goma, está constituido por azúcares neutros (galactosa, arabinosa y ramnosa mayoritariamente) y por ácidos urónicos (ácido glucurónico, y su derivado 4-O-metil glucurónico). Se ha reportado además la presencia de glucosa, manosa, xilosa y ácido galacturónico como componentes minoritarios (2,5,7).

Estos polímeros, denominados hidrocoloides, tienen gran importancia debido a que modifican las características reológicas de los sistemas acuosos cuando se disuelven o dispersan; esta propiedad se aprovecha ampliamente en las industrias alimentaria, farmacéutica, textil, cosmética, entre otras (42), en las cuales ejercen funciones principalmente de gelificantes (38), espesantes (15), emulsificantes (39) y

estabilizantes de emulsiones (20).

Existe una gran variedad de plantas que exudan gomas, pero actualmente sólo las producidas por *Acacia senegal*, (Willd) (goma arábiga), *Asiatic astragalus spp* (tragacanta), *Sterculia spp*, (karaya), *Anageisus spp*, (gatti) son aceptadas como aditivos en la industria alimentaria y farmacéutica (4,14). La permisibilidad de estas gomas se apoya en que cumplen con las regulaciones internacionales, establecidas por los organismos ad hoc [Foods and Drugs Administration (FDA), Economic European Community (EEC), General Regarded As Safe (GRAS), Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA), Food and Agricultural Organization (FAO) y World Health Organization (WHO)]. Es interesante destacar que otras gomas son usadas en sus respectivas regiones de origen (1,10,11,13,14).

Este trabajo persigue evaluar la potencial aplicación industrial de cinco gomas provenientes de especies *Mimosaceae*, localizadas en el país, tomando en consideración sus propiedades fisicoquímicas y la ausencia de sustancias tóxicas.

Materiales y métodos

Origen y colección de las muestras

Las gomas de *Acacia macracantha*, *Acacia tortuosa*, *Acacia glomerosa*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea samán* se colectaron de especímenes de apariencia sana, ubicados en diversas localidades del Estado Zulia. Las gomas de *Acacia macracantha*, Humb et Bonpl, ex Willd in Willd y *Acacia tortuosa* (L.) Willd, *Gummiferae spp*, se colectaron en el Municipio

Jesús Enrique Losada, mientras que la goma de *Acacia. Glomerosa* (Gaeth), *Vulgares spp.* y *Samanea samán* (Jacq.) Merr. se colectaron en la Hacienda la Esperanza, Municipio Machiques de Perijá. Por otra parte, la goma de *Enterolobium. cyclocarpum* (Jacq.) Griseb provino de los Jardines de la Facultad de Humanidades y Educación, LUZ. Se estimuló la producción de la goma en la época no lluviosa, (Enero-Marzo, 1999) mediante la práctica de heridas a nivel del tallo y ramas. Se colectó y removió la herida periódicamente (8–15 días) (37). Las gomas colectadas de los especímenes en estudio, se recogieron en bolsas plásticas, se limpiaron manualmente, se calentaron (50°C) y se conservaron en frascos de vidrio herméticamente cerrados. La goma se molió en un molino (Martillo y Cuchillo Resch Muhle (Dietz), LB1-27), para obtener el material pulverizado (80 mesh).

La goma cruda pulverizada se disolvió en agua destilada (2 % m/v); la solución resultante se filtró a través

de gasa y papel de filtro Whatman N°1, se dializó en tubos de celofán (Spectral Molecular Porous Membrane –Fischer Scientific), contra agua de chorro circulante, durante 48 horas y finalmente, el polisacárido puro se aisló por liofilización (Liofilizador Labconco Freezone-6).

Métodos Analíticos

Determinación de humedad

Las muestras de goma (0,2g) se agregaron en crisoles de porcelana secos y previamente pesados, se calentaron en una estufa (Menmert 854) (105°C), por 12 h. La humedad se determinó por diferencia de peso (A.O.A.C.,2,16,32).

Determinación de cenizas

Las muestras de goma (1g), se agregaron en crisoles de porcelana secos y previamente pesados, se calentaron en un horno mufla (Lin Dbberghevi-Duty) (550° C), por 5 h. El contenido de ceniza (%) se determinó con base al peso seco de la muestra (A.O.A.C.,16).

Determinación de viscosidad intrínseca y rotación específica

Se aplicó el método de dilución isoiónica (40). Las mediciones isotérmicas (25° C) se llevaron a cabo en un viscosímetro Ubbelöhde No.1; 0.01 centistoke seg^{-1} (27). Se usó un sistema de circulación de agua (Circulating System-254, Precision Scientific).

La muestra (100-150mg) se disolvió en una solución de cloruro de sodio (1M, 20mL) y se midió el flujo a la solución gomosa (15mL). Se prepararon sucesivamente cuatro

soluciones de concentración decreciente, en los siguientes intervalos: C_1 (0,43-0,65%), C_2 (0,37-0,56%), C_3 (0,32-0,49%), C_4 (0,28-0,43%). La preparación de la primera solución (C_1) se hizo a partir de la solución madre (13mL) y se le agregó una solución de cloruro de sodio (1M, 2mL). El mismo procedimiento se aplicó para la preparación de las otras soluciones. Se determinó el flujo de las cuatro soluciones diluidas y de la solución salina (NaCl 1M). La precisión de las medidas fue de 0,1 seg.

La rotación específica en medio acuoso (10mg/20mL) se determinó en un Polarímetro Atago Polax-D, a 30°C, línea D del sodio (589nm). Las condiciones experimentales se han reportado previamente (27,29).

Contenidos de taninos

La cuantificación de los taninos, se hizo por el método colorimétrico específico (23). La curva de calibración, determinada previamente, se hizo con soluciones standard de ácido tánico (Sigma Chemical Co.), en un intervalo adecuado ($2,5 \times 10^{-4}$ - $5,25 \times 10^{-3}$ % m/v.). Se adicionó cloruro férrico (0,1 mL). Se midió la absorbancia en un Spectronic 20 a 430 nm. (10,11). El agua destilada, en presencia de cloruro férrico hexahidratado (9 % m/v), sirvió como blanco. Se graficó la absorbancia contra la concentración de ácido tánico. Las muestras de las gomas se disolvieron en agua destilada (0,5 % m/v).

Las condiciones empleadas para las muestras de goma fueron similares a las usadas en la preparación de la curva de calibración (9,10,11,36). El contenido de taninos se calculó mediante la curva de calibración y se

estableció el límite de detección (0,05% - 3,05 % m/v).

Identificación de alcaloides

La muestra (1g) se disolvió en agua destilada (50 mL), se alcalinizó con amoníaco (pH 10), se extrajo con cloroformo (25 mL); el extracto se trató con ácido clorhídrico (8 gotas, 0,05 %) y se filtró con papel de filtro Whatman N°1, humedecido con HCl. El filtrado se recibió en vidrio de reloj (2 gotas) y se ensayaron los reactivos específicos (Bertrand, Bouchardat, Krautt y Mayer) de las diferentes pruebas colorimétricas. La formación de un precipitado coloreado específico indicó la presencia de alcaloides (34).

Identificación de cianuro

Las pruebas colorimétricas, ensayadas, de alta sensibilidad, con base en reactivos específicos (Liebig, Chelle, Vontman, Picrosódica), requirieron de un proceso previo de destilación ácida, para separar el cianuro de la muestra orgánica, y su posterior detección (19). Los análisis se realizaron por triplicado, adicionalmente se ensayaron muestras de referencia para demostrar la efectividad de método y eliminar la posible interferencia de la pigmentación natural de las gomas.

Determinación de ácidos urónicos

Se tomó una porción (0,5mL) de la muestra disuelta (5mg/25mL); se colocó en un baño de agua fría (5-6°C), se le añadió la solución de tetraborato de sodio (0,0125 M, 3 mL) lentamente, se agitó dentro del baño, y se introdujo en un baño hirviendo durante 5 minutos. Se dejó enfriar y se añadió la solución de metahidroxibifenilo (0,15%,

0,05mL). Se midió la absorbancia en un Spectronic a 520nm (18).

Determinación de nitrógeno

Se hizo por el método de Kjeldahl y se calculó la proteína multiplicando por el factor de 6,25 (16).

Composición de azúcares

La composición de azúcares se determinó, posterior a la hidrólisis (0,5 M, H₂SO₄). El hidrolizado se neutralizó con carbonato de bario, filtró y se redujo a pequeño volumen. La separación cromatográfica se hizo en papel Whatman (No.1 y 3 M) con los sistemas apropiados de solventes (v/v): a) ácido acético, acetato de etilo, ácido

fórmico, agua (3:18:1:4). b) benceno, 1-butanol, piridina, agua (1:5:3:3, capa superior) y c) etanol, ácido clorhídrico (0,1M), 1-butanol (10:5:1). Antes de usar el solvente (c), los papeles se sumergieron en una solución 0,3M de ortofosfato dibásico de sodio y se secaron al aire. Se comparó el comportamiento de los monosacáridos con patrones auténticos. Se usó como revelador clorhidrato de anilina en una mezcla de 2-propanol-agua (1:1). La cuantificación de los azúcares se hizo por el método del fenol-sulfúrico y con el empleo de las curvas de calibración de cada monosacárido. (22).

Resultados y discusión

La comparación de los parámetros analíticos de las gomas investigadas, (cuadro 1) con los reportados para la goma arábiga (6), evidencia similitudes interesantes. Las gomas en estudio, solubles en agua, son levógiros a excepción de la proveniente de *Samanea samán*. Las gomas que exhiben mayor viscosidad intrínseca límite son las de *Enterolobium cyclocarpum* (100 mL/g) y la de *Samanea samán* (75 mL/g). El valor de viscosidad de las gomas provenientes de *Acacia macracantha* y *Acacia tortuosa* está en el intervalo reportado para otras *Gummiferae spp.* (21,31,33,35). Cabe destacar que el comportamiento reológico de las gomas de *Acacia glomerosa* y *Acacia senegal*, Vulgares spp, son similares; sin embargo, la solubilidad de la última es mucho mayor que la de *Acacia glomerosa*, la cual tiene tendencia a formar geles a temperatura ambiente.

La solubilidad y viscosidad son parámetros de interés industrial; una goma viscosa podría ser añadida en menor concentración para lograr el efecto deseado en una industria determinada, este sería un factor que se traduce en economía del producto (30).

El alto contenido de nitrógeno de las gomas de Acacia venezolanas, superior al reportado para la de *Acacia senegal*, puede ser aprovechado para investigar la presencia de los proteoglicanos (AGP) y su posible participación en la funcionalidad de las gomas. Por otra parte, ha sido reportado que el alto contenido de nitrógeno está probablemente relacionado con fuentes de alérgenos (27,28), pero este hecho no ha sido comprobado.

La composición de azúcares, de las gomas investigadas, evidenció los mismos constituyentes de la goma de *Acacia senegal*, a excepción de las

Cuadro 1. Comparación de los datos analíticos de las gomas de cinco *Mimosaceae* con los de *Acacia senegal*

	Acacia glomerosa	Acacia tortuosa	Acacia macracantha	Samanea Samán	Enterolobium cyclocarpum	Acacia ^a senegal
Humedad (%)	9,09	13,28	11,96	6,02	12,45	13
Ceniza (%)	4,09	3,57	3,62	5,61	6,57	3,6
Rotación específica (°)	-13	-27	-11	+33	-7	-30
Nitrógeno (%)	2,82	6,05	4,54	0,21	0,19	0,34
Proteína (Nx6,25) (%)	17,63	37,81	28,37	1,31	1,18	2,1
Viscosidad intrínseca (mL/g)	15	8,8	13,2	75	100	16
Taninos (%)	0,026	3,06	1,83	2,94	2,41	-
Peso equivalente (g)	1475	1035	828	797	756	1050
Ácidos urónicos (%)	12	17	21	22	23	17
Composición de azúcares, después de la hidrólisis,						
(%) Galactosa	43	67	43	50	46	44
Arabinosa	31	15	33	17	19	25
Ramnosa	14	-	3	11	12	14

^a(Anderson et al., 1991).

La goma de Acacia tortuosa contiene xilosa (1%). No se evidenció la presencia de cianuros ni alcaloides en las muestras investigadas.

gomas de *Acacia tortuosa*, que no contiene ramnosa. Este rasgo es importante desde el punto de vista quimiotaxonómico para diferenciar la *Acacia tortuosa* de la *Acacia Macracantha*, *Gummiferae spp.* muy relacionadas desde el punto de vista botánico.

El contenido de ceniza de las Aca-cias investigadas es comparable a los valores reportados para la *Acacia senegal*, mientras que la *Samanea samán* y *Enterolobium cyclocarpum* presentan valores más altos (cuadro 1). Se ha observado una relación lineal entre el contenido de ceniza y los ácidos urónicos; en efecto, la ceniza representa los óxidos metálicos, los cuales se derivan de la parcial neutralización de los ácidos urónicos (30).

El contenido de taninos de las cinco gomas de Mimosaceae estudiadas (0,026% – 2,949%), son aparentemente altos, a excepción de la correspondiente a la de *Acacia glomerosa*, goma con menos coloración. Es necesario destacar que los altos valores de taninos podrían estar relacionados con el método aplicado. Se han descrito interferencias, atribuidas a la interacción entre los taninos y los aminoácidos, que se traducen en la formación de coágulos. El alto contenido de proteínas de las gomas venezolanas ensayadas favoreció la formación de éstos coágulos (17). Los contenidos de taninos obtenidos, deben ser confirmados por otra metodología. La goma de *Acacia glomerosa* puede ser aceptada, sin ninguna restricción, para su aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica; las otras cuatro gomas provenientes de especies

altamente diseminadas en el país, podrían tener aplicación en las industrias textil, papelería, imprenta, pintura, en recuperación de fluidos entre otras (24).

El contenido de taninos, la pureza y las propiedades fisicoquímicas de las gomas, son parámetros básicos, considerados en las regulaciones establecidas por los organismos internacionales, que controlan el uso de estos aditivos en la industria alimentaria y farmacéutica. Se ha restringido la aplicación de algunas gomas de *Combretum* (3, 4), *Grevilleae* (12), *Prosopis* (13) y *Albizia* (9). Las regulaciones establecen como intervalo permitido de taninos (0,2 – 0,6%) (10, 11).

No se evidenciaron alcaloides ni cianuros en las gomas investigadas. No existen publicaciones, hasta el presente, que indiquen la presencia de cianuros en exudados gomosos. Es interesante corroborar su ausencia debido a que dichos productos podrían participar en el mecanismo de defensa contra el ataque de agentes fitopatógenos del medio, como microorganismos, insectos, etc. (25,41), este aspecto está íntimamente relacionado con la síntesis de las gomas (26).

Las propiedades fisicoquímicas y la ausencia de toxicidad son aspectos de relevante importancia, que deberían tomarse en consideración para ensayar el comportamiento de estos aditivos en la industria venezolana.

La sustitución de las gomas importadas (cuadro 2) por las producidas en el país, representaría un ahorro de divisas y podría constituir un incentivo para el desarrollo de nuevas tecnologías adaptadas a la realidad venezolana.

Cuadro 2. Importación de gomas por Venezuela, 1995

Goma	Procedencia	Monto, Bs.
Goma arábica	Alemania, Suiza, Reino Unido, Francia.	234.838.850
Goma tragacanto	Alemania, USA, Italia, México.	10.920.238
Goma de semillas: algarrobo, guar	Alemania, USA, Países Bajos, Francia.	59.963.359
Carraginas y sus derivados	Bélgica, Alemania, Dinamarca, España, Francia.	203.676.060
Pectinas, pectinatos y pectatos	Alemania, Brasil, Colombia, China, Taiwán, Dinamarca.	125.971.958
Carboximetil celulosa y sus sales	Colombia, Brasil, Japón, Italia, USA, Francia, Suiza, México.	952.950.679
TOTAL		1.588.321.144

Anuario de Comercio Exterior, O.C.I, 1998

Conclusiones y recomendaciones

Los parámetros analíticos de las cinco gomas de especies *Mimosaceae*, altamente diseminadas en el país, le confieren a estos hidrocoloides una posible

aplicación industrial. Es imperativo profundizar en el conocimiento de los niveles toxicológicos de las gomas y ensayar su funcionalidad.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES), Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, por el

financiamiento recibido para el desarrollo de las investigaciones sobre exudados gomosos de especies altamente diseminadas en Venezuela.

Literatura citada

1. Anderson, D.M.W. 1986. Nitrogen conversion factors for the proteinaceous content of gums permitted as food additives. *Food Addit. Contamin.* 3:225-230.
2. Anderson, D.M.W y P.C. Bell. 1975. Structural analysis of the gum polysaccharide from *Anacardium occidentale*. *Anal. Chem. Acta.* 79:185-197.

3. Anderson, D.M.W. y P.C. Bell. 1977. The gums exudates from *Combretum* species; botanical nomenclature and systematic for the Combretaceae. *Carbohydr. Res.* 57: 215-221.
4. Anderson, D.M.W., P.C. Bell y F.J. Mc Dougal. 1986. The identification of *Combretum* gums that are not permitted food additives. *Food Addit Contamin.* 3:305-312.
5. Anderson, D.M.W., P.C. Bell y J.R. Millars. 1974. Composition gums from *Anacardium occidentale*. *Phytochemistry.* 13:2189-2193
6. Anderson, D.M.W., D.M. Brown, N.A. Morrison y W. Weiping. 1990. Specifications for gum arabic (*Acacia senegal*), analytical data for samples collected between 1904 and 1989. *Food Addit Contamin.* 7:303-321.
7. Anderson, D.M.W. y J.G.K. Farqujar. 1974. The composition of eighth *Acacia* gums exudates from the series *Gummiferae* and *Vulgares*. *Phytochemistry.* 18: 609-610.
8. Anderson, D.M.W., J.F. Howlett y C.G.A. Mc Nab. 1985. The aminoacid composition of gum arabic (*Acacia senegal*). *Food addit. Contamin.* 2:159-164.
9. Anderson, D.M.W. y N.A. Morrison. 1989. The characterization of four *Acacia* gums which are not permitted food additives. *Food Hydrocoll.* 3: 57-63.
10. Anderson, D.M.W. y N.A. Morrison. 1990a. Identification *Albizia* gum which are not permitted food additives. *Food addit Contamin.* 7(2): 175-180.
11. Anderson, D.M.W. y N.A. Morrison. 1990b. The identification of *Combretum* gums which are not permitted food additives, II. *Food addit. Contamin.* 2:181-188.
12. Anderson, D.M.W. y G. León de Pinto. 1992. Gum exudates from the genus *Grevillea* (*Proteaceae*). *Carbohydr. Polym.* 2: 19-24,
13. Anderson, D.M.W y W. Weiping. 1989. The characterization of *Prosopis* gum exudates which are not permitted food additives. *Food Hydrocoll.* 3:235-242.
14. Anderson, D.M.W., and W. Weiping. 1990. Composition of the gum from *Combretum paniculatum* and four other gums which are not permitted food additives. *Phytochemistry.* 29:1193-1195.
15. Andon, A.S. 1987. Applications of soluble dietary fiber. *Food Tech.* 41:74-75.
16. A.O.A.C., 1995. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol. II. W. Horwitz (Eds.). Washington, D.C.
17. Bartolomé, B., L. M. Jiménez-Ransey, and L.G. Butter. 1995. Nature of the condensed tannins present in the dietary fibre fractions in the food. *Food Chem.* 53:357-362.
18. Blumenkrantz and Gustav-Asboe-Hanun. 1973. Method for Quantitative determination of uronic acids. *Anal. Biochem.* 54, 484-489
19. Burriel, F. 1968. Química analítica cualitativa. La Habana. Editorial Revolucionaria. Instituto del Libro.
20. Cotrell, J.H., G. Pass y G. Phillips. 1979. Assesment of polysaccharides as ice cream stabilizer. *J.S.F.A.* 30:1085-1088.
21. Churms, C., A. Stephen y CH. Steym. 1986. Analytical comparison of gums from *Acacia hebeclada* an other *Gummiferae* species. *Phytochemistry* .25:2087-2809.
22. Dubois, M., K. A. Gilles., P.A. Hamilton., P. A. Rebeis y F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal.Chem.* 28:350 - 356.
23. FAO/WHO. 1982. Specifications for Food Additives. *Food and Nutrition Papers.* 25:93-95. Roma:WHO.
24. Glicksman, M. 1982. Food application of gum. *Food carbohydr.* (Eds.). Lineback, D. K. and Inglett, AVI. Publishing. 272 -294 pp
25. Humphreys, D. J. 1992. Cianuros. In *Toxicología Veterinaria*. Tercera edición. The Royal Veterinary College. University of London. Cap. III, 195-197 pp.

26. Jones, J. K. N. y A. Smith. 1949. Plant gums and mucilages. Adv. in Carbohydr. Chem. 4:243-283.
27. León de Pinto, G. 1979. Analytical and structural studies of plant polysaccharides Ph.D. Thesis. Edinburgh University 133 pp.
28. León de Pinto, G. y N. González de Troconis. 1986. Aplicabilidad industrial de los exudados gomosos provenientes de plantas nativas. I Simposio Nacional sobre Biotecnología. Maracaibo, Venezuela. 201 - 216.
29. León de Pinto, G., N. González, M. Martínez, C. Clamens, A. Vera, C. Rivas y E. Ocando. 1996. Composition of three *Meliaceae* gum exudates. Ciencia. 4: 47-52. Univ. Zulia. Maracaibo.
30. León de Pinto, G., M. Martínez, C. Clamens, and A., Vera. 1996. Uso potencial de la goma de *Enterolobium cyclocarpum*. Rev. Fac. Agron. La Plata. (1):51-56.
31. León de Pinto, G., M. Martínez, O. Gutierrez de Gotera, C. Rivas and E. Ocando. 1998. Structural study of the polysaccharide isolated from *Samanea samán* gum. Ciencia. 6(3): 191-199.
32. León de Pinto, G., M. Martínez, A. Ludovic de Corredor y E. Ocando. 1994. Chemical and ¹³CNMR studies of *Enterolobium cyclocarpum* gum and its degradation products. Phytochemistry. 17: 1311-1315.
33. León de Pinto, G., M. Martínez, S. Ortega, N., Villavicencio y L. Borjas. 1993. Comparison of gum specimens from *Acacia tortuosa* and other *Gummiiferae* Species. Biochem. Syst. Ecol. 21:795-797.
34. Macked, K. (Ed) Pharmaceutical applications of thin-layer and paper chromatography. New York, N.Y. Elsevier Publishing.
35. Martínez, M., G. León de Pinto y C. Rivas. 1992. Composition of *Acacia macracantha* gum exudates. Phytochemistry. 31:535-536.
36. Mhinzi, G.S. y G. S. Mrosso. 1995. Studies on Tanzanian Acacia gums. Part. 3. Some properties of gum exudates from the Series Vulgares and *Gummiiferae*. Food Chem. 54:261-264.
37. Rincón, F., C. Clamens., O. Beltrán., L. Sanabria., G. León de Pinto y M. Martínez. 1999. Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de los exudados gomosos de especies diseminadas en el Estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16(1):56-63.
38. Rees, D. A. 1972. Polysaccharide gels. Chemistry and Industry. 19:630-636.
39. Tasnee, M. y N. Subramajan. 1986. Functional properties of guar meal protein isolates. J. Agric. Food Chem. 34:850-852.
40. Uribe, M. y P. Mehrenberenguer. 1980. Los polimeros: Síntesis y caracterización. Editorial Limusa, Méjico, 213pp.
41. Vetter, J. 1999. Plant cyanogenic glycosides. Toxicon. 38:11-36.
42. Whistler, R. L. y J. N. Bemiller 1993. (Eds.). Industrial gums. Polysaccharides and their derivatives. Third. Edition. Academic Press. San Diego, USA. 642 pp.
43. Wu Q., Fong, y T. A. Derek. 1991. A new model based on O-galactosylhydroxiprolina as the polysaccharide attachment site. Lampor Plant Physiol. 96:848-855.