

Especies vegetales productoras de exudados de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero”, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Plant species producing exudates of the city university “Antonio Borjas Romero”, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Antonio Vera^{1*}, Maritza Martínez², Angélica María Vera² y Rafael Maldonado¹

Universidad del Zulia, Facultad de Humanidades y Educación, Centro de Investigaciones Biológicas, ¹Laboratorio de Ecología. Correos electrónicos: ajvera68@gmail.com; rafaeleduardo2121@hotmail.com. ²Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales “Dra. Gladys León de Pinto”. Correos electrónicos: mmartinez.luz@gmail.com; anglicavera@gmail.com.

Resumen

Se inventariaron las especies vegetales productoras de exudados de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero”, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. La investigación se realizó en comunidades secundarias: relictos de especies xerófitas, árboles de *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Baker ex K. Heyne, sabanas con especies invasoras, especies deciduas y especies adyacentes a sustratos húmedos. Se practicaron heridas al tallo para la exudación y se realizaron diez muestreos quincenales (octubre 2015 - febrero 2016). La solubilidad (agua) se determinó por refractometría y el exudado se clasificó: goma, goma-resina o resina. Se identificaron 24 especies (11 familias), destacando: Mimosaceae (6), Caesalpiniaceae (3) y Meliaceae (3). Los exudados de Anacardiaceae, Meliaceae, Mimosaceae y Caesalpiniaceae presentaron solubilidad de gomas-resinas. La solubilidad podría afectarse por el hinchamiento y/o grupos acetilos del polisacárido de los exudados de algunas Caesalpiniaceae, Malvaceae, Mimosaceae, Sapindaceae y Sterculiaceae. Esta clasificación podría utilizarse en Quimiotaxonomía. Este inventario incrementó las especies productoras de exudados para Maracaibo y mayoritariamente son goma-resina.

Palabras clave: exudado, inventario vegetal, solubilidad, vegetación secundaria urbana, flora xerófila, bosque muy seco tropical.

Recibido el 06-02-2017 • Aceptado el 20-09-2019

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: ajvera68@gmail.com.

Abstract

Plant species producing exudates of the University City “Antonio Borjas Romero”, University of Zulia, Maracaibo, Venezuela, were inventoried. The research was conducted in secondary communities: relicts of xerophytic species, trees of *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Baker ex K. Heyne, savannas with invasive species, deciduous species and adjacent wet substrates. Exudation was stimulated by wounds practiced in the stem and ten biweekly samplings were performed (October 2015 to February 2016). The solubility (water) was determined by refractometry and the exudate was classified: gum, gum-resin or resin. Twenty-four species (11 families) were identified, including: Mimosaceae (6), Caesalpiniaceae (3) and Meliaceae (3). The exudates of Anacardiaceae, Meliaceae, Mimosaceae and Caesalpiniaceae presented solubility characteristics of gum-resins. The solubility could be affected by the swelling and/or acetyl groups in the polysaccharide of the exudates of some Caesalpiniaceae, Malvaceae, Mimosaceae, Sapindaceae and Sterculiaceae. This classification could be useful in Chemotaxonomy. This inventory increased the species producing exudates for Maracaibo, and most are gum-resin type.

Keywords: exudate, plant inventory, solubility, urban secondary vegetation, xerophytic flora, very dry tropical forest.

Introducción

Los exudados son metabolitos secundarios producidos por plantas vasculares de regiones tropicales y subtropicales, y químicamente son polímeros complejos constituidos por carbohidratos, proteínas y lípidos de amplia aplicación industrial y de gran utilización por la sociedad moderna (Nussinovitch, 2010; Yilma *et al.*, 2015).

El amplio uso actual de los exudados depende de su estructura química la cual varía según la especie vegetal que lo produce y la familia botánica a la cual ésta pertenece, y cuya caracterización e indagación resulta crucial para determinar su ensayo a nivel industrial (Nussinovitch, 2010; Yilma *et al.*, 2015).

Existen diversas investigaciones sobre el uso de los exudados en el campo industrial, destacando la goma de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. en la preparación de helados y como estabilizante en la elaboración de néctar de tamarindo (Rincón *et al.*, 2008; Rivero *et al.*, 2018), la de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. en la preparación de néctar de mango (González *et al.*, 2011) y la elaboración de yogurt (Castro, 2013) y más recientemente también se ha reportado la utilización de los exudados en los campos biotecnológico, farmacéutico y médico (Martínez *et al.*, 2017).

La solubilidad de los exudados en agua constituye un parámetro importante, el cual se refiere al grado de disolución (capacidad de disolverse) que pueda tener este

producto, y la misma se relaciona con la proporción terpeno/carbohidrato presente en los mismos. De acuerdo a este comportamiento Lambert *et al.* (2005) clasifica a los exudados en resinas, gomas-resinas y gomas, como criterio importante para su potencial uso industrial.

Los argumentos planteados infieren la necesidad de llevar a cabo investigaciones dirigidas a la realización de búsquedas, exploraciones de campo, muestreos, censos e inventarios florísticos que permitan indagar sobre la localización geográfico-espacial de especies productoras de exudados en diferentes ambientes, ecosistemas, comunidades y formaciones vegetales de la región con el objeto de disponer de nuevos exudados y de esta manera investigar sobre su química, la aplicación industrial y la utilidad social.

Los inventarios sobre las especies productoras de exudados son escasos en el mundo, y de hecho los realizados en Venezuela también son pocos. A nivel mundial se puede hacer mención de la investigación de Adem *et al.* (2014), quienes inventariaron 27 especies leñosas productoras de gomas y resinas en comunidades vegetales de bosque seco al sur de Omo en Etiopía, y también destaca el reporte de 28 especies realizado por Yilma *et al.* (2015) en el estado de Benishangul-Gumuz, el cual constituye uno de los cinturones geográficos productores de gomas y resinas del occidente de Etiopía.

En Venezuela se han llevado a cabo los trabajos por Clamens *et al.* (1998), quienes registraron 17 especies

arbóreas para el municipio Maracaibo y Clamens *et al.* (2000) señalaron 29 especies en diferentes municipios del estado Zulia; además de ello, Vera *et al.* (2011), reportaron 25 especies en las comunidades vegetales del bosque xerófilo y de manglar de la ciénaga de La Palmita en los municipios Santa Rita y Miranda de la entidad zuliana. Por otra parte, en el país no se han descrito estudios sobre la clasificación de los exudados según el criterio propuesto por Lambert *et al.* (2005).

El campus de la Universidad del Zulia en Maracaibo, estado Zulia presenta comunidades vegetales bajo condiciones climáticas de bosque muy seco tropical (semiáridas, de altas temperaturas y bajas precipitaciones), destacando: relictos de la vegetación xerófila originaria de la ciudad de Maracaibo, especies sembradas (producto del proceso de arborización en el área) y plantas aclimatadas a las condiciones de la zona. Todos estos rasgos de la flora de la ciudad universitaria, le confieren características de un ambiente idóneo para la realización del inventario propuesto, dado que de acuerdo a Martínez y León de Pinto (2018), en la mayoría de los casos las condiciones climáticas de ambientes secos tropicales y subtropicales favorecen la producción de exudados. Estos argumentos ofrecen fundamento científico para la realización de este censo de plantas en la zona seleccionada.

El objetivo de esta investigación es inventariar las especies vegetales productoras de exudados de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas

Romero” de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en las comunidades vegetales secundarias de la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela (Coordenadas UTM 20P 447662 N, 1194023 E). Esta área se clasifica como una zona de vida de Bosque Muy Seco Tropical, con una precipitación que oscila entre 400 y 600 mm (media de 539,9 mm), la cual es dos a cuatro veces menor que la evapotranspiración potencial (2.100 mm); además posee una temperatura promedio anual de 28,5 °C, una humedad relativa media de 76% y básicamente se caracteriza por una vegetación xerófila secundaria (relictos o remanentes del bosque xerófilo primario de la Planicie de Maracaibo) (Ewel y Madriz, 1968).

Los recorridos y las exploraciones de campo permitieron hacer un reconocimiento y una diferenciación de las formaciones de plantas. La delimitación de estas comunidades vegetales secundarias se llevó a cabo por medio de la técnica de demarcación de límites oculares para definir aproximadamente los tipos de formaciones vegetales del área de estudio propuesta por Kent y Coker (1992), dado que no existe un mapa de vegetación del campus de la ciudad universitaria. Las especies se organizaron según Angiosperm Phylogeny Group (APG) (1998).

Las comunidades vegetales secundarias delimitadas e inventariadas fueron: 1) matorrales relictos de especies xerófilas; 2) comunidades monoespecíficas sembradas de *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Baker ex K. Heyne; 3) sabanas dominadas por *Cenchrus ciliaris* L. y con especies invasoras como *Azadirachta indica* A. Juss. y *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton; 4) comunidades con especies deciduas y 5) comunidades de plantas localizadas adyacentes a sustratos húmedos. También se censaron especies en los espacios internos y circundantes a las edificaciones de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia.

Los hábitos de vida o de crecimiento (formas biológicas) seleccionados para la investigación fueron árboles y arbustos (especies leñosas) inventariados durante los recorridos realizados en cada una de las diferentes comunidades vegetales secundarias del área de estudio.

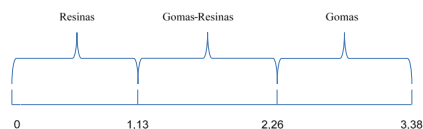
Además se tomó en cuenta la experiencia de los investigadores en estudios con plantas productoras de exudados, y las listas de especies reportadas en los censos e inventarios realizados por Clamens *et al.* (1998, 2000) y Vera *et al.* (2011).

La producción del exudado se estimuló a través de la práctica de heridas mecánicas en surco (en dirección transversal u horizontal al eje vertical del tallo de la planta) de 10x2x2 cm (longitud, anchura y profundidad) con ayuda de una hachuela (hacha pequeña) en dos o tres individuos/especie dependiendo

de la disponibilidad y acceso a las plantas. Se realizaron diez muestreos quincenales (octubre 2015-febrero 2016) a través recorridos por las comunidades secundarias mencionadas y los espacios de la Facultad de Humanidades y Educación. De la especie *P. juliflora* (“cují yaque”), además del exudado del tallo, también se estudió la goma del fruto a partir pequeños nódulos de exudado recolectados de la superficie o cubierta externa (epicarpio) de las legumbres.

La solubilidad se determinó en agua por refractometría con un equipo STX-3. Se estableció una escala (elaboración propia) con base en los resultados obtenidos, tomando en cuenta los valores de refractometría (°Brix) de los exudados de *Guaiacum officinale* L. (0°; resina) y *Terminalia catappa* L. (3,38°; goma 1996, (t ale los exudados, obtenidos en la cual) como límites inferior y superior, respectivamente. La apreciación de la escala a utilizar se calculó mediante una ecuación matemática simple:

Apreciación de la escala = límite superior – límite inferior/número de categorías de exudados, obteniendo un valor de 1,13. De esta manera, la escala propuesta quedó de la siguiente forma:



Cabe destacar, que también se consideraron las características estructurales y espectroscópicas descritas para los exudados de las

especies más próximas a estos límites intermedios, *Bucida buceras* L.(0,78) y *Cercidium praecox* (Ruiz & Pav.) Harms (2,08), reportadas por Lambert *et al.* (2005) y León de Pinto *et al.* (1994), las cuales permiten atribuirles rasgos de resina y goma-resina, respectivamente.

Resultados y discusión

En la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia se inventariaron 24 especies productoras de exudados, agrupadas en 11 familias; destacando las de mayor número de especies: Mimosaceae (6), Caesalpinaceae (3) y Meliaceae (3) (cuadro 1).

La cantidad de 24 especies registradas en el presente estudio es mayor que la señalada por Clamens *et al.* (1998) para la ciudad de Maracaibo cuyo número fue de 17, encontrándose 13 especies comunes entre ambos trabajos. Además de ello, el actual inventario realizado en la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” brinda un gran aporte al ofrecer de 11 nuevas especies productoras de exudados no reportadas por Clamens *et al.* (1998); mientras que siete de estas últimas 11 especies tampoco fueron registradas por Clamens *et al.* (2000) en el censo realizado en diferentes municipios del estado Zulia. A esto se adiciona la información novedosa de producción de nódulos de goma a nivel del epicarpio (cubierta externa) del fruto de *P. juliflora*. Todo este conocimiento brinda novedosas oportunidades a la investigación química de estos productos naturales.

Cuadro 1. Solubilidad^a en agua de los exudados de las especies vegetales de la ciudad universitaria “Antonio Borjas Romero” de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Orden	Familia ^b	Especie	°Brix	Tipo
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Guaicum officinale</i>	0	R
Fabales	Mimosaceae	<i>Vachellia macracantha</i>	1,82	G-R
		<i>Vachellia tortuosa</i>	1,43	G-R
		<i>Prosopis juliflora</i>	1,30	G-R
		<i>Prosopis juliflora</i> ^c	1,30	G-R
		<i>Samanea saman</i> ^d	0,14	R
		<i>Albizia lebeck</i> ^{d,e}	0,65	R
		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1,30	G-R
			Caesalpiniaceae	<i>Cercidium praecox</i> ^e
		<i>Caesalpinia coriaria</i>	1,30	G-R
		<i>Caesalpinia granadillo</i>	1,56	G-R
Malvales	Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i> ^e	0,14	R
		<i>Ceiba pentandra</i> ^d	0,14	R
Sapindales	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,17	G-R
		<i>Swietenia mahagoni</i>	1,43	G-R
		<i>Azadirachta indica</i>	1,30	G-R
	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	1,30	G-R
		<i>Mangifera indica</i>	1,30	G-R
	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	1,30	G-R
		<i>Melicoccus oliviformis</i> ^d	0,65	R
Brassicales	Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	1,30	G-R
Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	3,38	G
		<i>Bucida buceras</i>	0,78	R
	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> ^f	1,17	G-R
Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	0,32	R

^aDeterminada por refractometría; ^bFilogenia de angiospermas (APG, 1998); ^cfruto; ^dhinch; ^egrupos acetilo; ^fquino. G = Goma; G-R = Goma-Resina; R = Resina.

También es notorio destacar que la cifra de 24 especies de plantas inventariadas en la ciudad universitaria, es bastante cercana y comparable a las 27 y 28 especies productoras de gomas y resinas registradas por Adem *et al.* (2014) y

Yilma *et al.* (2015), respectivamente, para dos regiones de Etiopía en África.

Además de ello, es importante destacar, que en los trabajo de Adem *et al.* (2014) y Yilma *et al.* (2015) se censaron plantas productoras de exudados de los géneros *Acacia* (entre

éstas *Acacia senegal* (L.) Willd. y *Acacia seyal* Delile), *Albizia*, *Sterculia* y *Terminalia*, de los cuales también se inventariaron especies en el presente estudio, tales como: *Albizia lebbek* (L.) Benth., *Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst., *T. catappa*, *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger (sin. *Acacia macracantha* Humb. et Bonpl. ex Willd. in Willd.) y *Vachellia tortuosa* (L.) Seigler & Ebinger (sin. *Acacia tortuosa* (L.) Willd.) (cuadro 1).

Es de hacer notar, que los exudados de *A. senegal* y *A. seyal* son materiales poliméricos de gran valor comercial, uso y aplicación industrial (Nussinovitch, 2010). Esto último permite inferir que algunas especies productoras de exudados censadas en la Ciudad Universitaria “Antonio Borjas Romero” podrían presentar una utilidad potencial y aplicación dado que pertenecen a géneros similares que otras especies cuyos exudados poseen un amplio uso industrial a nivel mundial.

Por otra parte, es posible que las condiciones semiáridas y silvestres (sin riego y de altas temperaturas) a las cuales están sometidas las comunidades vegetales secundarias (relictos de vegetación xerófila primaria de la zona y especies de bosque seco tropical) de la Universidad del Zulia en contraposición a las especies arborizadas y sometidas a riego del casco urbano de Maracaibo, donde Clamens *et al.* (1998) desarrollaron su investigación, podría ser la explicación para que en el presente inventario se haya reportado un número mayor de especies productoras de exudados. Esta

afirmación se soporta en lo señalado por Clamens *et al.* (2000) y Vera *et al.* (2000), quienes han afirmado que las especies vegetales durante el periodo lluvioso, condiciones de anegación y/o sometidas a riego disminuyen la cantidad o no producen exudado.

También es importante destacar, que el estudio de Clamens *et al.* (1998) realizado en la ciudad de Maracaibo ocupó un área mayor de muestreo, ya que, comprendió las 18 parroquias que integran el mismo, en contraposición a la zona de la Ciudad Universitaria que posee una superficie aproximada de 800 ha. Esto le otorga valor a este espacio universitario que concentra dentro de su *área geográfica*, relativamente pequeña, una vegetación de singular importancia para la localización espacial de especies productoras de exudados.

Los datos de solubilidad se presentan en el cuadro 1. La mayoría de los exudados, dieciséis, correspondieron a gomas-resinas, ocho a resinas y solo uno a goma. Se determinó la solubilidad de los exudados de veinticuatro especies vegetales en total y de veinticinco exudados, ya que de la especie *P. juliflora* se estudió el exudado tanto del epicarpio del fruto como del tallo (cuadro 1).

El exudado de *G. officinale*, Zygophyllaceae, orden Zygophyllales, es una resina a diferencia de los de Mimosaceae y Caesalpinaceae, orden Fabales, que se comportan como gomas-resinas, aunque ambos órdenes se vinculan filogenéticamente (APG, 1998).

En contraste, Lambert *et al.* (2005) reportaron características espectroscópicas de goma-resina para

exudados del género *Guaiacum*. Sin embargo, las solubilidades en agua de los exudados de *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Cercidium praecox* (Ruiz & Pav.) Harms y *A. lebbek* (Mimosaceae) indican también que son materiales resinosos. La presencia de grupos acetilo (hidrófobos) en los exudados de las dos primeras especies (León de Pinto *et al.*, 1994; 1998) y la propiedad de absorber agua e hincharse en el tercero (observado en esta investigación) son factores que contribuyen a disminuir la solubilidad. En consecuencia, estos exudados podrían ubicarse en una categoría superior en la escala sugerida.

Por otra parte, los Málvidos (APG, 1998) constituyen un grupo de mayor heterogeneidad que los Fábidos dado que se encuentran representados en él las tres categorías de exudados.

El exudado de *T. catappa* (Combretaceae), aunque gelifica, exhibe la mayor solubilidad y por tanto se considera goma, o sea total o casi totalmente carbohidrato. De forma similar, Lambert *et al.* (2005), mediante estudios de RMN de Carbono-13, describió que el exudado de *Terminalia bentzoe* (L.) L.f. corresponde a una goma. El exudado de *B. buceras* (Combretaceae), a diferencia de la especie anterior, es una resina (cuadro 1).

En las anacardiáceas, el exudado de *Mangifera indica* L. corresponde a una resina mientras que el de *Anacardium occidentale* L. es goma-resina. Sin embargo, Kumar *et al.* (2010) ha reportado una fracción glucídica soluble en la goma de mango.

Los exudados de *Melicoccus bijugatus* Jacq. (Sapindaceae), de la

familia Meliaceae y *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) son gomas-resinas (cuadro 1). Se han descrito detalles sobre el carbohidrato constituyente de *M. bijugatus*, *Swietenia macrophylla* y *Swietenia mahagoni* (León de Pinto *et al.*, 1993; 1996); sin embargo, no existen datos sobre su material terpenoide.

Los exudados de *Melicoccus oliviformis* Kunth in H.B.K. (Sapindaceae), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn y *S. apetala* (Malvaceae) aunque estrictamente se clasificaron como resinas (cuadro 1), su solubilidad en agua podría estar afectada por el hinchamiento del carbohidrato (observado durante esta investigación) y/o por la presencia de grupos acetilos o metilos hidrófobos en el exudado de *S. apetala* (Larrazábal *et al.*, 2006); por lo tanto, se pueden ubicar en una categoría superior en la escala sugerida.

El exudado de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Myrtaceae) corresponde a una goma-resina (cuadro 1), de color rojo, debido a los compuestos polifenólicos (taninos) que éste contiene. Este exudado se conocido con el nombre de quino (Lambert *et al.*, 2007). *Manilkara zapota* (L.) van Royen (Sapotaceae), orden Ericales (Angiosperm Phylogeny Group, 1998), produce un exudado blanquecino lechoso que corresponde a una resina. No hay reportes sobre este exudado.

Conclusiones

El inventario incrementó el número de especies productoras de exudados en Maracaibo y el estado Zulia, y la

mayoría resultó del tipo goma-resina. También el conocimiento generado brinda novedosas oportunidades de investigación a la química de estos productos naturales.

Agradecimiento

Los autores desean expresar las más sinceras gracias a los dos árbitros anónimos de la revista cuyos comentarios y sugerencias sirvieron de gran ayuda para mejorar la calidad científico-técnica del manuscrito.

Literatura citada

- Adem, M., A. Worku, M. Lemenih, W. Tadesse y J. Pretzsch. 2014. Diversity, regeneration status and population structure of gum- and resin-bearing woody species in south Omo zone, southern Ethiopia. *J. For. Res.* 25(2): 319-328. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s11676-014-0461-2>.
- Angiosperm Phylogeny Group. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 85: 531-553.
- Castro, W. 2013. Funcionalidad de la mezcla proteína de lactosuero/goma en la estabilidad de un yogurt de bajo contenido calórico. Trabajo de grado de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 74 p.
- Clamens, C., F. Rincón, A. Vera, L. Sanabria y G. León de Pinto. 2000. Species widely disseminated in Venezuela which produce gum exudates. *Food Hydrocoll.* 14: 253-257.
- Clamens, C., G. León de Pinto, A. Vera y F. Rincón. 1998. Exudados gomosos de plantas localizadas en Maracaibo, Venezuela. *Revista Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata* 103: 119-125.
- Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 265 p.
- González, S., W. Castro, F. Rincón, O. Beltrán y W. Briñez. 2011. Funcionalidad de la goma de *Prosopis juliflora* en la preparación de néctar de mango (*Mangifera indica* L.) de bajo contenido calórico. *Rev. Tec. Ing. Univ. Zulia* 34(1): 39-47.
- Kent, M. y P. Coker. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. London: John Wiley & Sons. 414 p.
- Kumar, A., R. Panner y T. Sirvakumar. 2010. Isolation, characterization and formulation properties of a new plant gum obtained from *Mangifera indica*. *Int. J. Pharm. Biom. Res.* 1: 35-41.
- Lambert, J., Y. Wu y J. Santiago-Blay. 2005. Taxonomic and chemical relationships revealed by nuclear magnetic resonance spectra of plant exudates. *J. Nat. Prod.* 68: 635-648.
- Lambert, J., Y. Wu, M. Kazminski y J. Santiago-Blay. 2007. Characterization of *Eucalyptus* and chemically related exudates by nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Aus. J. Chem.* 60: 862-870.
- Larrazábal, M., M. Martínez, L. Sanabria, G. León de Pinto y J. Herrera. 2006. Structural elucidation of the polysaccharide from *Sterculia apetala* by a combination of chemical methods and NMR spectroscopy. *Food Hydrocoll.* 20: 908-913.
- León de Pinto, G., M. Martínez, O. Gotera, C. Rivas y E. Ocando. 1998. Structural study of the polysaccharide isolated from *Samanea saman* gum. *Ciencia* 6: 191-193.
- León de Pinto, G., M. Martínez y C. Rivas. 1994. Chemical and spectroscopic studies of *Cercidium praecox* gum exudate. *Carbohydr. Res.* 260: 17-25.
- León de Pinto, G., S. Álvarez, M. Martínez, E. Rojas y E. Leal. 1993. Structural studies of *Melicocca bijuga* gum exudate. *Carbohydr. Res.* 239: 257-265.
- León de Pinto, G., N. González de Troconis, M. Martínez, C. Clamens, A. Vera, C. Rivas y E. Ocando. 1996. Composition of three Meliaceae gum exudates. *Ciencia* 4: 47-52.
- Martínez, M., J. Parra, A. M. Vera y A. Vera. 2017. Salt effects on the

- dilute solution properties of bototo gum (*Cochlospermum vitifolium*). Int. J. Food Allied Sci. 3(2): 49-55. Disponible en: <http://doi:10.21620/ijfaas.2017249-55>.
- Martínez, M. y G. León de Pinto. 2018. NMR spectroscopy in solution of gum exudates located in Venezuela. p. 113-159. En: Matheson A. (Ed.). Acacia: characteristics, distribution and uses. Nova Science Publishers, Inc. New York.
- Nussinovitch, A. 2010. Plant gum exudates of the world: sources, distribution, properties and applications. CRC Press. Taylor & Francis Group. 401 p.
- Rincón, F., G. León de Pinto, O. Beltrán, C. Clamens y R. Guerrero. 2008. Funcionalidad de una mezcla de gomas de *Acacia glomerosa*, *Enterolobium cyclocarpum* e *Hymenaea courbaril* en la preparación de helados de bajo contenido calórico. Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet. XVIII(1): 87-92.
- Rivero, A., E. Amaro y W. Zambrano. 2018. Análisis del efecto estabilizante de la goma de caro-caro (*Enterolobium cyclocarpum*) en un néctar de tamarindo (*Tamarindus indica*). Revista Mangifera 1: 65-77.
- Vera, A., F. Barboza, D. Acosta, M. Martínez y G. León de Pinto. 2000. Influencia del flujo de la marea y la salinidad en la producción de la goma del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Bol. Centro Invest. Biol. 34(3): 387-398.
- Vera, A., M. Martínez y W. Nava. 2011. Inventario de especies productoras de exudados de la ciénaga de La Palmita, estado Zulia, Venezuela. Memorias XIX Congreso Venezolano de Botánica "Dr. Víctor M. Badiño", Maracay del 17 al 19 de mayo (resumen). Disponible en: http://www.sbotanica.org.ve/historiaSBV_4.html.
- Yilma, Z., A. Worku, O. Mohammed, A. Girma, T. Dejene, A. Eshete, D. Teketay, M. Teshome y W. Tadesse. 2015. Status of populations of gum and resin bearing and associated woody species in Benishangul-Gumuz National Regional State, western Ethiopia: implications for their sustainable management. Forests, Trees and Livelihoods 1-15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14728028.2015.1067153>.