

Componentes volátiles de las hojas de guayaba (*Psidium guajava*, Myrtaceae) colectadas en Mérida–Venezuela

Volatile compounds of guava (*Psidium guajava*, Myrtaceae) collected in Mérida-Venezuela

Méndez, Lucero¹; Rojas-Vera, Janne^{2*}; Contreras-Moreno, Billmary^{1,3}; Luis, Rojas⁴; Celis, María-Teresa¹; Rosenzweig-Levy, Patricia⁵

¹Laboratorio de Polimeros y Coloides (POLYCOL), Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

²Grupo de investigación “Biomoléculas Orgánicas”, Instituto de Investigaciones, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

³Grupo de Investigación de Productos Naturales (GIPRONA), Núcleo Universitario Rafael Urdaneta, Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela

⁴Laboratorio “A” de Productos Naturales, Research Institute, Instituto de Investigaciones, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

⁵Grupo de Astrofísica Teórica, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

*janner@ula.ve

Resumen

La especie *Psidium guajava*, perteneciente a la familia Myrtaceae, es un árbol pequeño, cuyo principal uso es el procesamiento de los frutos para su consumo especialmente en los países del trópico. Los principales productores son: Egipto, Pakistán, México, Bangladesh, Malasia, Indonesia, Brasil y Venezuela. Esta especie vegetal es rica en taninos, terpenos, flavonoides, mucílagos y pectinas, además de antioxidantes, vitaminas, mono y sesquiterpenos. En el presente estudio se evaluó la composición química del aceite esencial de las hojas frescas de esta especie usando la técnica cromatografía de gases/espectrometría de masas, observándose los siguientes compuestos mayoritarios: β -cariofileno (12,66%), 5-*epi*-neointermedeol (12,18%), β -selineno (11,94%), α -sileneno (10,24%).

Palabras claves: *Psidium guajava*, hojas, aceite esencial, β -cariofileno, 5-*epi*-neointermedeol, β -selineno, α -sileneno

Abstract

Psidium guajava L. belongs to Myrtaceae family is a small tree, use mainly to process their fruit for human consume specially in tropical countries. Main producer are Egypt, Pakistan, Mexico, Bangladesh, Malasia, Indonesia, Brazil and Venezuela. This species is rich in tannins, terpenes, flavonoids, mucilages, peptins, antioxidants, vitamins, mono and sesquiterpenes. Present investigation deal with the evaluation of the chemical composition of the essential oil of fresh leaves of this species through gass chromatography/mass spectrometry technique, identifying the flowing major componenets: β -caryophyllene (12.66%), 5-*epi*-neointermedeol (12,18%), β -selinene (11,94%), α -silenene (10,24%).

Keywords: *Psidium guajava*, leaves, essential oil, β -caryophyllene, 5-*epi*-neointermedeol, β -selinene, α -silenene

1 Introducción

El género *Psidium* pertenece a la familia Myrtaceae y comprende alrededor de 100 especies ampliamente distribuidas en la región tropical a nivel mundial (Ahmady y col., 2017). *Psidium guajava* (figura 1), conocido popularmente como guayaba, es un árbol de aproximadamente 7 m de altura, escasamente ramificado, sus hojas son aromáticas, de 4- 8 cm de longitud, con los nervios prominentes en la cara inferior; las flores son blancas, vistosas y su fruto es carnoso, de forma y tamaño variables.

Esta especie ha sido utilizada principalmente para el consumo de sus frutos, sin embargo, en la medicina tradicional, sus hojas, ha sido usadas como antidiarreico, hemostático, antiséptico, astringente, antibacteriano, para tratar desordenes estomacales y disentería (Pérez y col., 2015, Shruthi y col., 2014, Ojewole y col., 2008, Wang y col., 2007, Echemendia y Morón, 2004). Entre los compuestos químicos que han sido reportados para las hojas de esta especie están: vitamina C, aceites esenciales, carbohidratos, taninos, flavonoides, esteroides y alcaloides (Marquina y col., 2008).

Existen diversos estudios farmacológicos y toxicológicos realizados con la especie *P. guajava*, que describen una variedad de actividades, entre las que se encuentran la actividad antibacteriana del extracto acuoso e hidroalcohólico de las hojas frente a *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhi*, *Sarcina lutea*, *Neisseria gonorrhoea*, (Joseph y col., 2010) y de los extractos metanólicos, en acetona y en n-hexano, frente a *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* y *S. pyogenes* (Goncalves y col., 2008; Rahmat y col., 2004; López y col., 2000).

Se ha demostrado, además, la actividad antituberculosa del extracto acuoso de esta planta frente a *Mycobacterium phlei*, la actividad antiespasmódica del fruto, así como los efectos antilipolíticos de las hojas e hipoglucemiante del fruto y las hojas (Cáceres y col., 1993). Además, se ha comprobado la actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* (Goncalves y col., 2008; Joseph y col., 2010).

Otros estudios etnofarmacológicos realizados a esta especie han reportado diversas actividades, entre estas, como anti-diarreico (Tona y col., 1999), antimicrobiano (Chah y col., 2006; Goncalves y col., 2008; Joseph y col., 2010), anti-inflamatorio (Kavimani y col., 1997), antipirético y anti-helmíntico (Joseph y col., 2010).

Por otro lado, estudios realizados al aceite esencial de *P. guajava* han mostrado que dicho aceite está compuesto principalmente por α -pineno, β -pineno, limoneno, mentol, acetato de terpenilo, longiciclono, cariofileno, β -bisaboleno, óxido de cariofileno, β -copaneno, farneseno, humuleno, selineno, cardineno, curcumeno y nerolidiol (Chen y Yen., 2007, Shruthi y col., 2014).

La presente investigación tiene como objetivo describir la composición química del aceite esencial de las hojas frescas de la especie *P. guajava* colectada en el municipio Campo Elías, estado Mérida, Venezuela.



Figura 1. Especie *Psidium guajava* (Myrtaceae). Foto: Janne Rojas

2 Materiales y Métodos

2.1 Recolección Del Material Vegetal

Las hojas frescas de la especie *Psidium guajava* fueron recolectadas en El Chamicero "A", en la zona conocida como El Quebradón, Parroquia Montalbán, Municipio Campo Elías, estado Mérida, Venezuela. Dicha especie fue identificada por el Dr. Pablo Meléndez y una muestra testigo fue depositada en el Herbario MERF, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes bajo el código BC-02.

2.2 Extracción del aceite esencial

6,5 Kg de hojas frescas fueron trituradas y sometidas a hidrodestilación empleando una trampa de Clevenger durante 8 horas continuas. El volumen de agua destilada usado en el proceso de destilación fue de 20 L. El aceite obtenido fue secado con sulfato de sodio anhidro y almacenado a 4 °C hasta la realización de los ensayos.

2.3 Cromatografía de gases (CG)

Los análisis por cromatografía de gases fueron realizados en un equipo Perkin-Elmer Autosystem Gas Chromatograph dotado con detector de ionización de llama. Se usó para el análisis, una columna capilar de fenil-metil polisiloxano al 5% fusionada con silicagel (AT-5, Alltech Associates Inc., Deerfield, IL), con una longitud de 60 m x 0.25 mm, y un espesor de 0.25 μ m. La temperatura inicial del horno fue de 60 °C; con incrementos a razón de 4° C/min hasta alcanzar 260 °C.

Una vez alcanzada esta temperatura se mantuvo por 20 min. La temperatura del inyector y del detector se estableció en 200 °C y 250 °C, respectivamente. Se usó helio como gas portador a un flujo de 1.0 mL/min. La muestra fue inyectada usando un modo de Split de 1:100. Los índices de retención fueron calculados usando como patrones la serie de n-alcanos de C8-C24 y por comparación con los valores reportados en la literatura (Adams, 2007; Davies, 1990)

2.4 Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (CG-EM)

El análisis de CG-EM se realizó en un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard Modelo GC System HP6890 y Mass Selective detector 5973 serie II, equipado con columna capilar HP-5 MS (30 m de longitud, 0,2 mm de diámetro interno y un espesor de pared de 0,25 µm). La temperatura inicial fue de 60 °C hasta alcanzar 260 °C a razón de 4 °C/min. La temperatura del puerto de inyección fue de 230 °C y la del cuadrupolo 150 °C. Se utilizó helio como gas portador a un flujo de 0,9 mL/min ajustado a una velocidad lineal de 34 m/s. La energía de la fuente de ionización fue de 70 eV con un rango de barrido de 40-500 amu a 3,9 scans/s. Se inyectó 1,0 µl del aceite diluido al 2% en n-heptano con una relación de split de 1:100.

El tiempo de la corrida fue de 50 min (Figura 2). La identificación de los constituyentes del aceite se realizó por comparación de sus espectros de masas con los reportados en la base de datos del equipo Wiley MS library data 6ta Edición y los IK reportados en la literatura (Davies, 1990; Adams, 1995).

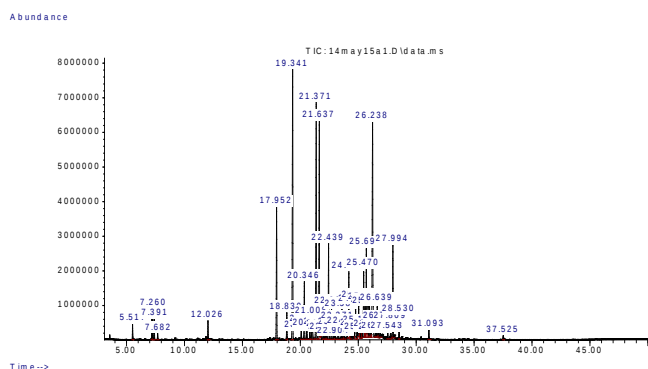


Figura 2. Cromatograma del aceite esencial extraído de la especie *Psidium guajava* (Myrtaceae).

3 Resultados and Discusión

La destilación de las hojas frescas de *P. guajava* produjo 5,2 mL de aceite esencial de color amarillo pálido, con un rendimiento del 0,08% (v/m). A través del uso de la base de datos WILEY 6th edition del sistema de CG/EM y mediante

la determinación de los Índices de Kovats (IK), se identificaron 34 componentes (tabla 1) presentes en la mezcla, lo que representa un 96,60% del total de compuestos presentes en el aceite.

Tabla 1. Componentes volátiles identificados en el aceite esencial de *Psidium guajava*, especie recolectada en Mérida-Venezuela.

Componentes	Cocentración (%)	IR
benzaldehído	0,44	955
limoneno	0,76	1023
1,8-cineol	0,89	1027
cis-ocimeno	0,56	1032
trans- β -ocimeno	0,17	1043
α -terpineol	0,65	1185
α -copaeno	6,02	1373
metil eugenol	0,99	1397
β -cariofileno	13,66	1414
α -humuleno	2,28	1448
aromadendreno	0,55	1455
ledeno	0,39	1463
β -selineno	12,94	1481
α -selineno	11,24	1489
α -muroleno	0,35	1493
β -bisaboleno	0,39	1500
γ -cadineno	0,37	1506
7-epi- α -selineno	0,27	1510
cis-calameneno	4,99	1516
α -calacoreno	0,14	1533
nerolidol	1,10	1556
α -cariofilenol	0,51	1563
óxido de cariofileno	4,30	1576
α -copaeno-8-ol	4,38	1621
cariofila-4(12),8(13)-dien-5 β -ol	4,63	1630
torreyol	1,83	1635
Δ -cadinol	1,41	1639
β -eudesmol	0,32	1643
5-epi-neointermedeol	13,18	1649
cadalina	0,23	1668
(Z,E) farnesal	0,74	1705
(E,Z) farnesol	4,5	1712
trans-trans-farnesal	0,89	1733
Acetato de farnesilo	0,52	1831

La composición química de los aceites esenciales fue determinada por comparación de los espectros de masa de cada compuesto con la base de datos Wiley GC/MS 6th edition y los índices de retención (IR).

El análisis químico mostró que los componentes mayoritarios presentes son β -cariofileno (13,66%), 5-epi-neointermedeol (13,18%), β -selineno (12,94%) y α -selineno (11,24%); mientras que entre los compuestos minoritarios se identificaron α -copaeno (6,02%), cis-calameneno (4,99%), cariofila-4(12),8(13)-dien-5 β -ol (4,63%), farnesol (4,5%), α -copaen-8-ol (4,38%), óxido de cariofileno (4,3%) y α -humuleno (2,28%), siendo en su mayoría sesquiterpenos cíclicos.

cos a excepción del farnesol, el cual es un sesquiterpeno lineal.

El rendimiento obtenido en este estudio es menor al reportado por Khadhri y col., 2014 (0.66%), Joseph y col., 2011 (0.13%) y Santos y col., 1998 (0.11%). Existen diversos estudios que documentan los factores que inciden en la variación del rendimiento de los aceites esenciales, entre los que señalan el estado vegetativo de la planta, las condiciones ambientales al momento de la recolección, el tipo de suelo, altitud y temperatura donde se encuentre la especie vegetal (Juliani y col., 2002, Hussain y col., 2008, Celiktas y col., 2007, Rojas y col., 2006).

La composición química del aceite esencial analizado en el presente estudio presenta algunas diferencias con los resultados reportados previamente para la misma especie. Compuestos como 5-epi-neointermedeol, *cis*-calameneno, cariofila-4(12),8(13)-dien-5 β -ol (4,63%), α -copaen-8-ol, están presentes en el aceite analizado en el presente estudio, mientras que α -pineno, β -pineno, mentol, acetato de terpenilo, longiciclono y curcumenol han sido reportados previamente pero no están presentes en el aceite analizado (Khadhri y col., 2014, Chen y Yen., 2007, Shruthi y col., 2013).

En el estudio realizado por Prestes y col. 2011, el aceite esencial de las hojas de *P. guajava* mostró los siguientes componentes mayoritarios *p*-cimeno, limoneno, terpinen-4-ol, α -terpineol, α -copaeno, β -caryophylleno, aromadendreno, α -humuleno, allo-aromadendreno, γ -muuroleno, β -selineno, α -selineno, óxido de cariofileno y viridiflorol. Mientras que, en el estudio realizado por Lima y col., 2009, los componentes 1,8-cineol, α -terpineol, β -caryophylleno, α -humuleno y α -selineno fueron observados en mayor proporción.

Existen diversos reportes que indican que la composición química del aceite esencial de una misma especie vegetal varía dependiendo de la localidad y la estación del año en que se recolecte (Juliani y col., 2002, Hussain y col., 2008, Celiktas y col., 2007, Rojas y col., 2006, Contreras-Moreno y col., 2014; Rojas y Buitrago, 2015).

4 Conclusion

El análisis de la composición química del aceite esencial de *Psidium guajava*, colectada en Mérida, Venezuela mostró que está compuesto principalmente de sesquiterpenos cíclicos, entre los que destaca el β -cariofileno, el cual ha sido estudiado previamente por sus propiedades como antimicrobiano. La presencia de este sesquiterpeno entre los componentes mayoritarios soporta el uso de esta especie para el tratamiento de afecciones estomacales, tales como diarrea, dolor abdominal, entre otros.

5 Referencias

Adams R, 1995, Identification of essential oils components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. Allured Publ.

Corp., Carol Stream, Illinois, USA.

Ahmady J, Chan L, Pieribat F, 2017, Chemical composition of the essential oil and headspace solid-phase microextraction of the guava fruit (*Psidium guajava* L.). J. Essent. Oil Res. Vol 12, pp 153-158.

Cáceres A, Figueroa L, Taracena A, Samayoa B, 1993, Plans used in Guatemala for the treatment of respiratory diseases. Evaluation of 16 plants against Gram positive bacteria. J Ethnopharmacol. Vol 39, pp 77-82.

Celiktas O, Kocabas E, Bedir E, Sukan F, Ozek T, Baser K, 2007, Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. Food Chem. Vol 100, pp 553-559.

Chah K, Eze C, Emuelosi C, Esimone C, 2006, Antibacterial and wound healing properties of methanolic extracts of some Nigerian medicinal plants. J of Ethnopharmacol. Vol 104, pp 164-167.

Chen H, Yen G, 2007, Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. Food Chem. Vol 101, pp 686-694.

Contreras-Moreno B, Rojas J, Celis M, Rojas L, Méndez L, Landrum L, 2014, Componentes volátiles de las hojas de *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (Mill.) JW Moore (Myrtaceae) de Táchira-Venezuela, Blacpma, Vol. 13, No. 3, pp 305-310.

Davies N, 1990, Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methylsilicone and carbowax 20M phases. J Chromatogr A. Vol 503, pp 1-24.

Echemendía S y Morón R, 2004, Tintura de hojas de *Psidium guajava* L. en pacientes con diarrea aguda simple. Rev Cubana Plant Med. Vol 9 (3), pp 1-13.

Gonçalves F, Andrade N, Bezerra J, Macrae A, Sousa O, Fonteles-Filho A, 2008, Antibacterial activity of GUAVA, *Psidium guajava* Linnaeus, leaf extracts on diarrhea-causing enteric bacteria isolated from Seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller). Rev Inst Med Trop S Paulo. Vol 50 (1), pp 11-15.

Goncalves F, Neto J, Bezerra A, Macrae O, Sousa A, Fonteles F, Vieira F, 2008, Antibacterial activity of guava, *Psidium guajava* Linnaeus, leaf extracts on diarrhea-causing enteric bacteria isolated from seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller). Rev. Inst. Med.Trop. Vol 50, pp 11-15.

Hussain A, Anwar F, Sherazi S, Przybylski R, 2008, Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. Food Chem. Vol, 108, pp 986-995.

Joseph B, Priya R, 2011, Phytochemical and biopharmaceutical aspects of *Psidium guajava* (L.) essential oil: A review, Res J Med Plant. Vol 5, pp 432-442.

Joseph B, Priya R, Helen P, Sujatha S, 2010, Bio-active compounds in essential oil and its effects of antimicrobial, cytotoxic activity from the *Psidium guajava* (L.) Leaf. J Adv Biotechnol. Vol 9, pp 10-4.

Juliani H, Karoch A, Giuliani H, Trippi V, Zygadlo J, 2002, Intraspecific variation in the leaf oils of *Lippia junelliana* (Mold.) Tronc. Ecology. Vol 30, pp 163-170.

Kavimani S, Karpagam R, Jaykar B, 1997, Anti-inflammatory activity of volatile oil of *Psidium guajava*. Ind J Pharmaceutical Sci. Vol 59, pp 142–144.

Lima R, Cardoso M, Santos C, Moraes J, Néri D, Nascimento E, 2009, Caracterização química do óleo essencial de folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos no comportamento da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Ciênc Agrotec. Vol 33, pp 1777-1781.

López R, Ramírez A, Farinas L, 2000, Physicochemical and microbiological evaluation of three commercial guava jams (*Psidium guajava* L.). Arch Latinoamer Nutr. Vol 50 (3), pp 291-295.

Ojewole J, Awe E, Chiwororo W, 2008, Antidiarrhoeal activity of *Psidium guajava* linn. (Myrtaceae) leaf aqueous extract in rodents. J Smooth Muscle Res. Vol 44 (6), pp 195-207.

Pérez A, Troconis N, 2015, Bio-active compounds in essential oil and its effects of antimicrobial, cytotoxic activity from the *Psidium guajava* (L.) Leaf. J. Adv. Biotechnol. Vol 9, pp 10-14.

Rojas J, Buitrago A, 2015, Essential oils and their products as antimicrobial agents: progress and prospects, in: Therapeutic medicinal plants from lab to the market. CRC Press, Taylor and Francis group, USA, LLC, pp 253-278.

Marquina V, Araujo L, Ruiz J, Rodríguez-Malaver A, Vit P, 2008, Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 58 (1), pp 25-32

Rahmat A, Abu Bakar M, Faezah N, Hambali Z, 2004, The effects of consumption of guava (*Psidium guajava*) or papaya (*Carica papaya*) on total antioxidant and lipid profile in normal male youth. Asia Pac J Clin Nutr. Vol 13 (5), pp 106-110.

Rojas J, Morales A, Pasquale S, Márquez A, Rondón M, Máthé I, Veres K, 2006, Comparative study of the chemical composition of the essential oil of *Lippia oreganoides* L. collected in two different seasons. Nat Prod Comm. Vol 1, pp 205-207.

Santos F, Rao V, Silveria E, 1998, Investigations on the antinociceptive effect of *Psidium guajava* leaf essential oil and its major constituents. Phytotherapy Res. Vol 12, pp 24-27.

Shruthi R, Almeida C, Nogueira J, Araújo M, 2014, Chemical composition of essential oil of *Psidium guajava* L. growing in Tunisia. Industrial Crops and Products. Vol 52, pp 29–31

Tona L, Kambu K, Mesia K, Cimanga K, Apers S, de Bruyne T, Pieters L, Totte J, Vlietinck AJ, 1999, Biological screening of traditional preparations from some medicinal plants used as antidiarrhoeal in Kinshasa, Congo. Phytomedicine. Vol 6, pp 59–66.

Wang B, Jiao S, Liu H, Hong J, 2007, Study on antioxidative activities of *Psidium guajava* Linn leaves extracts. J infect Res. Vol 36, pp 298-300.

Recibido: 15 de febrero de 2020

Aceptado: 20 de julio de 2020

Méndez, Lucero: Ingeniero Químico, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-2009; Doctorado en Química de Medicamentos, ULA, Mérida, Venezuela-2016. Plan II, Facultad de Ingeniería ULA-2016. Líneas de investigación: productos naturales, alimentos y emulsiones. Correo electrónico: luceromendez13@hotmail.com

Rojas Vera, Janne: Farmacéutica Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-1990; Magister Scientiae en Química de Medicamentos, ULA, Mérida, Venezuela-1995; Ph.D. en Fitoquímica, University of Portsmouth, Inglaterra, UK-2022. Profesora Titular adscrita al Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Coordinadora del grupo de investigación “Biomoléculas Orgánicas”. Miembro correspondiente estatal de la Academia de Mérida. Correo electrónico: janner@ula.ve

Rojas Fermín, Luis Beltrán: Farmacéutico Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela; Magister Scientiae en Química de Medicamentos, ULA, Mérida, Venezuela; Dr. en Fitoquímica, Francia. Profesor Titular adscrito al Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Director del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia, ULA.

Correo electrónico: rojasl@ula.ve

Contreras-Moreno, Billmary: Ingeniero Químico, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-2009; Doctorado en Química de Medicamentos, ULA, Mérida, Venezuela-2016. Plan II, Facultad de Ingeniería ULA. Líneas de investigación: productos naturales, alimentos, polímeros y emulsiones.

Correo electrónico: billmary.contreras@gmail.com

Celis, María- Teresa: Ingeniero Químico Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-1981; Master en Ingeniería Química, 1997, University of South Florida (USF), USA; Ph.D. en Ingeniería Química 2000, USF, USA; Post. Doc. (Water-based, Natural Polymer Surfactants: Implications for Deep water Horizon Oil Spill Dispersions and Cleanup Operations), 2012, USF, USA; Directora Laboratorio de Polímeros y Coloides, Facultad de Ingeniería (ULA); Profesora Titular, Facultad de Ingeniería ULA. Investigadora y experta en el área de polímeros, emulsiones y caracterización de sistemas dispersos usando espectroscopia. Miembro correspondiente estatal academia de Merida. Correo electrónico: celismt@ula.ve

Rosenzweig Levy, Patricia: *Licenciada en Física, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela. 1982: Magister of Science, The University of Toledo, Department of Physics y Astronomy, Toledo, Ohio, USA. 1987: Philosophical Doctor in Physics (PhD), The University of Toledo, Department of Physics y Astronomy, Toledo, Ohio, USA. 2010 hasta el 2017: Miembro del Comité Científico Internacional de REDALYC. Profesora Titular del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Experta en el área de espectroscopia. Individuo de número en la academia de Merida. Correo electrónico: patricia@ula.ve*