

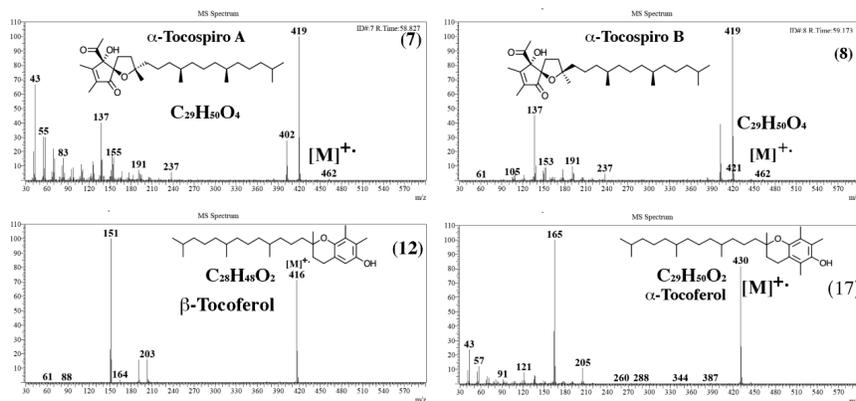
Jennifer Tapasco¹, José H. Isaza^{1*}, Harlen G. Torres²

¹ Grupo de Investigación en Productos Naturales y Alimentos (GIPNA), Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle, Cali, Colombia

² Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 32 No. 12-00, Palmira, Colombia

Corresponding author: jose.isaza@correounivalle.edu.co

Graphical abstract



Gas Chromatography and Mass Spectrometry of hydrocarbons in hexane extract from *Miconia acuminifera* Triana (Melastomataceae)

Abstract

The genus *Miconia*, which includes approximately 1000 species with around 310 of them registered in Colombia and grouped in 8 different sections based on the morphological variety of androceo, is one of the most researched within the family melastomataceae. However, the species *Miconia acuminifera* have not phytochemical or biological activity reports; by this reason and to contribute to the knowledge of this species, the hexane extract was analyzed by gas chromatography-mass spectrometry technique, which allowed to identify 10 n-alkanes (C-25 – C-35) and 15 compounds diterpenes type and norditerpenoides, aldehydes, ketones, and tocopherols, tocoferoides and steroids. These results serve as a dereplication tool, showing only one unidentified compound in this extract, which will be separated, purified and subsequently identified in preparation system.

Keywords

Miconia acuminifera
 Melastomataceae
 Alkanes
 Diterpenes
 Steroids

Cromatografía de gases y espectrometría de masas del extracto en hexano de *Miconia acuminifera* triana (*Melastomataceae*)

Resumen

El género *Miconia*, el cual cuenta con aproximadamente 1000 especies con más de 310 de ellas registradas en Colombia y agrupadas en 8 secciones diferentes con base en la gran variedad presentada por la morfología del androceo, es uno de los más investigados dentro de la familia melastomataceae. Sin embargo, la especie *Miconia acuminifera* no cuenta con reportes fitoquímicos ni de actividad biológica; razón por la cual, y con el fin de contribuir al conocimiento de esta especie se analizó el extracto de hexano por la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, de la cual se identificaron 10 hidrocarburos y 15 compuestos de tipo diterpenos y norditerpenoides, aldehídos, cetonas, tocoferoles y tocoferoides y esteroides. Estos resultados sirven como herramienta de dereplicación, mostrando solo un compuesto no identificado en este extracto, el cual se separará, purificará e identificará posteriormente en sistema preparativo.

Palabras claves

Miconia acuminifera
Melastomataceae
Alcanos
Diterpenos
Esteroides

Recived: 18-10-2016

Accepted: 01-11-2016

Publishing date: 15 - November - 2016

Revision Code: 20160908-MSPPL [Pag. 87-96]

Corresponding author:

jose.isaza@correounivalle.edu.co



Cromatografía de gases y espectrometría de masas del extracto en hexano de *Miconia acuminifera* triana (*Melastomataceae*)

Jennifer Tapasco¹, José H. Isaza^{1*}, Harlen G. Torres²

¹ Grupo de Investigación en Productos Naturales y Alimentos (GIPNA), Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle, Cali, Colombia

² Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 32 No. 12-00, Palmira, Colombia

Corresponding author: jose.isaza@correounivalle.edu.co

Resumen

El género *Miconia*, el cual cuenta con aproximadamente 1000 especies con más de 310 de ellas registradas en Colombia y agrupadas en 8 secciones diferentes con base en la gran variedad presentada por la morfología del androceo, es uno de los más investigados dentro de la familia melastomataceae. Sin embargo, la especie *Miconia acuminifera* no cuenta con reportes fitoquímicos ni de actividad biológica; razón por la cual, y con el fin de contribuir al conocimiento de esta especie se analizó el extracto de hexano por la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, de la cual se identificaron 10 hidrocarburos y 15 compuestos de tipo diterpenos y norditerpenoides, aldehídos, cetonas, tocoferoles y tocoferoides y esteroides. Estos resultados sirven como herramienta de dereplicación, mostrando solo un compuesto no identificado en este extracto, el cual se separará, purificará e identificará posteriormente en sistema preparativo.

Palabras Claves

Miconia acuminifera
Melastomataceae
Alcanos
Diterpenos
Esteroides

1. Introducción

Melastomataceae Jussieu es una familia compuesta por 166 géneros y aproximadamente 4500 especies, distribuidas en ocho géneros, una de ellas paleotropical (*Astronieae*), tres pantropicales (*Sonerileae*, *Melastomeae* y *Miconieae*), y cuatro neotropicales (*Meranieae*, *Microlicieae*, *Rhexieae*, y *Blakeeae*), las cuales se identifican fácilmente porque el crecimiento de sus hojas es opuesto y poseen venación acródroma [1, 2]. Los mayores constituyentes de esta familia son compuestos de tipo terpenoides, antiocianinas, quinonas, glicósidos, flavonoides [3, 4] y polifenoles [5]. Cerca de un cuarto de las especies de la familia Melastomataceae, pertenecen al género *Miconia*, el

cual cuenta con aproximadamente 1000 especies con más de 310 de ellas registradas en Colombia y agrupadas en 8 secciones diferentes con base en la gran variedad presentada por la morfología del androceo [6]. Investigaciones fitoquímicas anteriores de las especies de *Miconia* han dado lugar al aislamiento de triterpenos, flavonoides, y quinonas [7-9].

Se han encontrado reportes bibliográficos, de extractos crudos pertenecientes al género *Miconia*, de actividades biológicas con acción antibiótica [10], antitumoral, antimalárica, antimicrobial [11-13], citotóxica [7], tripanocida [4, 14] y antioxidante [3].

La familia Melastomataceae ha sido escasamente estudiada desde el punto de vista fitoquímico y

especialmente el género *Miconia*. La especie *Miconia acuminifera* no cuenta con reportes fitoquímicos ni de actividad biológica, por esta razón y con el fin de contribuir al conocimiento de esta especie se analizó el extracto de hexano por la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), de la cual se identificaron 10 hidrocarburos y 15 compuestos de tipo diterpeno y esteroides [11].

2. Teoría

Investigaciones previas en las especies *Miconia* (*M. albicans*, *M. pepericarpa*, *M. sellowiana*, *M. falax*, *M. rubiginosa* y *M. ligustroides*) mostraron que los principales metabolitos secundarios en el extracto de hexano son esteroides y triterpenos tales como β -amirina, α -amirina, y β -sitoesteroides los cuales se encontraron presente en las 6 especies de *Miconia*, al igual que se detectaron estigmasterol y lupeol en la mayoría de las especies, excepto en *M. ligustroides* y *M. eglanteria* [11].

En extracciones realizadas con acetato de etilo a *Miconia lepidota* se encontraron compuestos alquilados simples y benzoquinonas [15]; estos resultados demuestran claramente que el perfil químico de las seis especies de *Miconia* son muy similares [13].

“La especie presenta peciolos de 1-2,5 cm de largo, acanalados por la parte de arriba, láminas elíptico-aovadas con el ápice acuminado y base cuneada de 18-20 cm de largo por 8-9 cm de ancho, 5 nervaduras principales prominentes por el envés, dos muy cercanas al borde de la lámina, las otras 3 salen por encima de la base de la hoja a un centímetro de ésta, los nervios secundarios distanciados entre 4-5 mm entre sí, el borde ligeramente denticulado, panículas terminales ramificadas y frutos urceolados 5-6 mm de largo por 3-4 cm de ancho, ligeramente rugosos” [16].

La CG-EM es una de las técnicas más utilizadas en el análisis cualitativo de los compuestos presentes en fracciones volátiles. La forma más simple de identificación de los compuestos que dan origen a los picos cromatográficos, es mediante la comparación de los tiempos de retención y los espectros de masas correspondientes, con datos de bibliotecas obtenidos bajo condiciones similares. Sin embargo, esta forma no es lo suficientemente precisa sobre todo cuando se trata de compuestos isoméricos o de sustancias con tiempos de retención

similares. Para aumentar la confiabilidad en el análisis mediante CG-EM, es necesario utilizar un tercer parámetro, los llamados índices de retención de Kovats o simplemente índices de retención (I) [17].

Para la determinación de los índices de retención de compuestos analizados mediante un rango variable de temperatura, se utilizan una serie de n -alcanos cuyos tiempos de retención se relacionan con los de los compuestos de interés mediante la siguiente ecuación [18].

$$I_c = \left(\frac{t_R - t_n}{t_{n+1} - t_n} + n \right) \quad (1)$$

donde I_c y t_R son el índice de retención y el tiempo de retención del compuesto de interés, t_n y t_{n+1} son los tiempos de retención de los n -alcanos que eluyen antes y después del compuesto de interés y n es el número de carbonos del alcano que eluye antes del compuesto de interés.

3. Sección experimental

3.1 Material vegetal

Miconia acuminata Triana, se colectó en la reserva forestal nacional de Yotoco, localizada en el municipio de Yotoco, Valle del Cauca, Colombia. Se identificó en el sitio de colecta por el profesor Eugenio Escobar, botánico de la Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. Un espécimen se depositó en el herbario Luis Sigifredo Espinal Tascón de la Universidad del Valle (CUVC-HT006) y su identidad se confirmó por el Dr. Philip A. Silverstone-Sopkin.

Las hojas se secaron al ambiente sin luz directa por ocho días y luego en un horno a 40 °C por 24 horas. Después se molieron en un molino de cuchillas a un tamaño de partícula menor de 2 mm y se almacenaron en frasco plástico hasta su extracción.

3.2 Preparación del extracto

Se tomaron 889 g y se extrajeron con 4 L de n -hexano en ultrasonido por 15 min, repitiéndose este proceso 3 veces. El filtrado se concentró y secó mediante rotaevaporación, obteniéndose 1.5 g de extracto del cual se utilizaron 10 mg y se redisolviéron en 1 mL de hexano para la

identificación por CG-EM. Se realizó la hidrólisis básica con 10 mg de extracto, 5 mL de NaOH (6 molL⁻¹) y calentamiento durante 1 hora; posteriormente la mezcla se acidificó con 1 mL de HCl (6 molL⁻¹) y, por último, se hizo una extracción líquido-líquido con CHCl₃ por triplicado. El solvente se evaporó y se redisolvió en 1 mL de hexano para ser inyectado en el sistema CG-EM.

3.3 Porcentaje de rendimiento

El porcentaje de rendimiento en la extracción se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\% R = \frac{m_h}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

donde m_h y m_0 son la masa del extracto de *n*-hexano y la masa de la muestra, respectivamente.

3.4 Parámetros instrumentales para cromatografía de gases y espectrometría de masas

Los análisis instrumentales de los extractos en hexano y sus hidrolizados se realizaron en un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrometro masas Shimadzu (Japón) GCMS QP2010 Ultra, con el software GCMSsolution v4.20 y Wiley Registry™ of Mass Spectral Data, 10th Edition/NIST 14 mass spectral library, equipado con un automuestreador AOC-20i + s, microjeringa Hamilton (Reno, NV, EE.UU.) de 10 µL, operado en modo de ionización electrónica (EI) a 70 eV en modo de barrido completo (rango 35-700 m/z) con una velocidad de barrido de 1428 barridos/segundo, o a 15 eV en modo de barrido completo (rango de 100-700 m/z) con una velocidad de barrido de 833 barridos/segundo, para confirmar los picos de iones moleculares se usó una fuente de iones a 230 °C. La separación se realizó en una columna capilar de sílice fundida Rtx-5MS Restek (Bellefont, PA, EE.UU.) (30 mx 0,25 mm de diámetro x 0,25 µm de espesor de película) con programa de temperatura de la siguiente manera: 40 °C durante 2 min, rampa a 310 °C a 4 °C min⁻¹, y mantenida a 310 °C durante 15 minutos. Las muestras (1.0 µL) se inyectaron a 300 °C en modo de división de flujo (25:1), con una presión de entrada de 49,7 kPa. Se utilizó helio con una pureza de un 99,999 % como gas portador con

un caudal de 1,0 mLmin⁻¹; el control de flujo por velocidad lineal (U) fue 36,1 cms⁻¹. MS temp. interface: 280.

3.5 Determinación de los índices de Kovats (I)

Para determinar los índices de retención de Kovats (I_c) según la Ecuación 1, se aprovechó la presencia de la serie homóloga C-25 a C-35 de los hidrocarburos saturados lineales en la muestra como componentes mayoritarios, los cuales fueron identificados por sus perfiles en los espectros de masas y sus iones moleculares como se muestra en las Figuras 1 y 2.

4. Resultados y discusión

El rendimiento en la extracción con hexano fue 0,17 %, esto indica que la especie *M. acuminifera* no es muy rica en grasas ni aceites; sin embargo, presenta un perfil de *n*-alcanos impares entre C-25 y C-35, con *n*-hentriacontano como compuesto mayoritario, ver Figura 1.

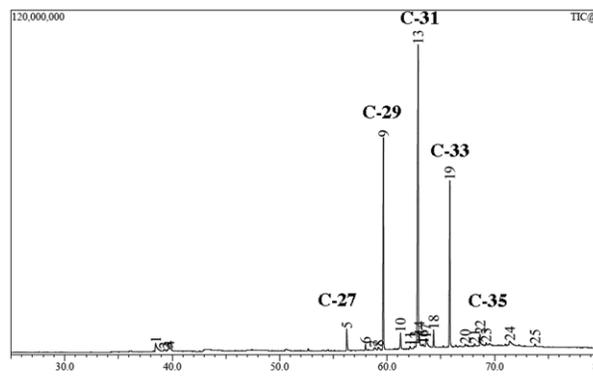


Figura 1. Cromatograma de masas del extracto en hexano de *M. acuminifera*

4.1 Análisis cromatográfico del extracto en hexano de *M. acuminifera*

La Figura 1 muestra el cromatograma de masas con la corriente iónica total (CIT) con los veinticinco picos detectados, incluyendo los cinco *n*-alcanos impares mayoritarios C-25, C-27, C-31, C-33 y C-35. También se identificaron los *n*-alcanos pares minoritarios C-28, C-30, C-32 y C-34; así como diterpenos, norditerpenoides, esteroides, aldehídos y cetonas. El pico número 15 ($t_R = 63.288$ min) no pudo ser identificado, a pesar de la calidad de sus

Tabla 1. Reporte de resultados del cromatograma de masas del extracto en hexano de *M. acuminifera*.

ID	Compuestos	T_R (min)	Base m/z	$[M]^+$ m/z	A_{rel} (%)	Similitud (%)	Fórmula	I_c
1	Fiteno	38.483	43	280	1.228	99	C ₂₀ H ₄₀	1715
2	Neofitadieno	39.251	81	278	0.239	99	C ₂₀ H ₃₈	1758
3	5,9,13-trimetil-4,6-tetradecadien-2-ona	39.615	58	250	0.196	69	C ₁₇ H ₃₀ O	1778
4	Fitadieno	39.713	82	278	0.344	96	C ₂₀ H ₃₈	1784
5	C-27	56.252	57	380	3.545	99	C ₂₇ H ₅₆	2700
6	C-28	58.001	57	394	0.772	99	C ₂₈ H ₅₈	2800
7	Tocospiro A	58.825	419	462	0.475	98	C ₂₉ H ₅₀ O ₄	2850
8	Tocospiro B	59.172	419	462	0.521	91	C ₂₉ H ₅₀ O ₄	2871
9	C-29	59.659	57	408	23.920	99	C ₂₉ H ₆₀	2901
10	C-30	61.260	57	422	1.883	98	C ₃₀ H ₆₂	2999
11	2,4-Heptacosadienal	62.140	57	390	0.162	99	C ₂₇ H ₅₀ O	3055
12	β -tocoferol	62.586	151	416	1.019	88	C ₂₈ H ₄₈ O ₂	3083
13	C-31	62.871	57	436	36.428	97	C ₃₁ H ₆₂	3101
14	Stigmast-5-en-3-ol, oleato	63.008	147	(678)*	0.398	98	C ₄₇ H ₈₂ O ₂	3110
15	No identificado	63.288	175	(440)*	0.493	-	-	3129
16	2-Nonacosanone	63.393	59	422	0.160	89	C ₂₉ H ₅₈ O	3136
17	α -Tocoferol	63.632	165	430	3.268	99	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	3152
18	C-32	64.345	57	430	2.083	99	C ₃₂ H ₆₆	3200
19	C-33	65.846	57	464	19.959	99	C ₃₃ H ₆₈	3301
20	C-34	67.267	57	478	0.296	99	C ₃₄ H ₇₀	3400
21	2,4-Hentriacontadienal	68.142	57	446	0.172	99	C ₃₁ H ₅₈ O	3463
22	C-35	68.650	57	492	1.464	99	C ₃₅ H ₇₂	3499
23	2-Tritriacontanone	69.214	59	478	0.417	97	C ₃₂ H ₆₂ O ₂	3540
24	Stigmastane-3,6-dione	71.436	43	428	0.304	98	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	3700
25	Acetato de Dotriacontilo	73.767	43	(508)*	0.255	99	C ₃₄ H ₆₈ O ₂	3868

* El pico del ion molecular no fue detectado o confirmado. ID = Número de identificación

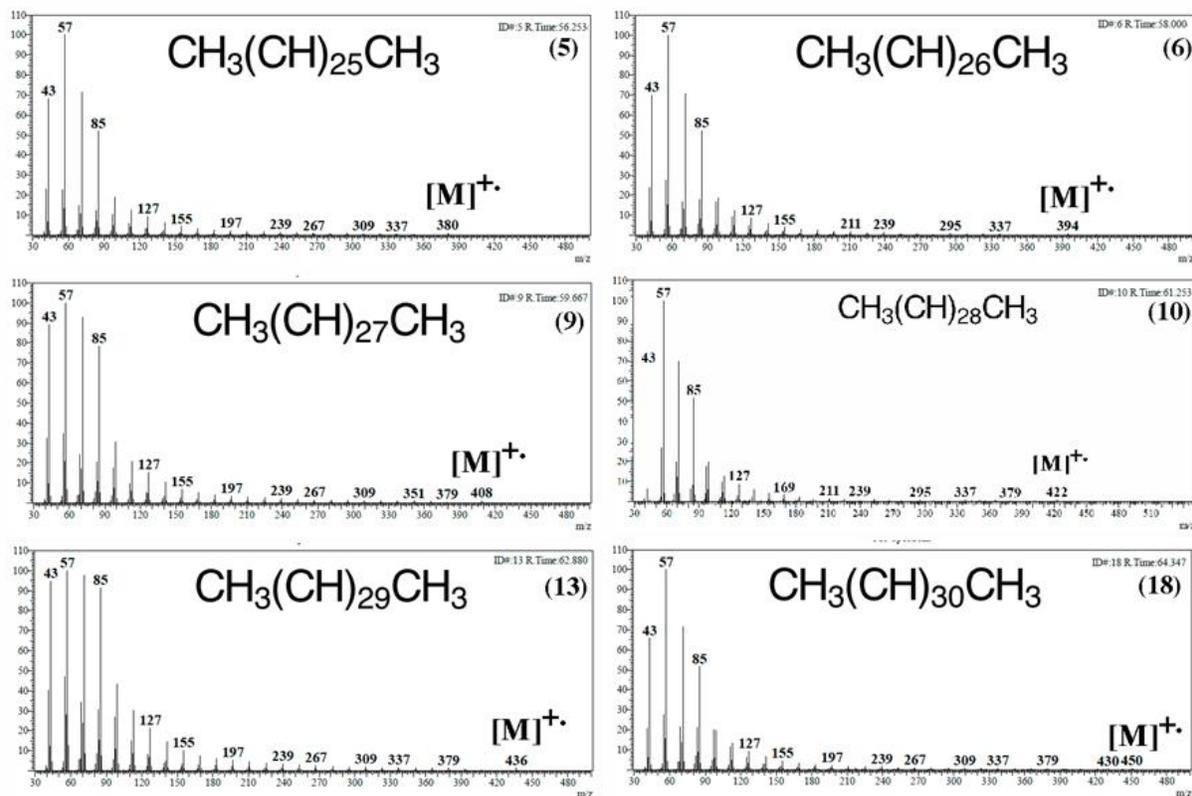


Figura 2. Espectros de masas de *n*-alcanos identificados en el extracto en hexano de las hojas de *Miconia acuminifera*.

espectros de masas, convirtiéndose en un candidato para aislamiento, purificación y elucidación estructural utilizando otras técnicas de caracterización como la resonancia magnética nuclear en una y dos dimensiones.

La Tabla 1 resume los tiempos de retención (t_R), índices de retención de Kovats, porcentaje de área relativa (A_{rel}), la relación masa a carga (m/z) del pico base (100 %) y del pico del ión molecular $[M]^+$ en los espectros de masas; así como su fórmula molecular y el porcentaje de similitud con respecto las bibliotecas de espectros Wiley y NIST.

4.2 Análisis de los espectros de masas

Los espectros de masas de los 25 compuestos detectados se agruparon en n -alcanos, diterpenos, norditerpenoides, aldehídos, cetonas, tocoferoles, tocoferoides y esteroides.

4.3 Alcanos lineales de *M. acuminifera*

La Figura 2 resume los espectros de seis de los nueve n -alcanos identificados en el extracto de n -hexano de las hojas de *M. acuminifera*. Todos ellos presentan la forma característica de una Gaussiana centrada en el ion fragmento con m/z 57 correspondiente al catión $C_4H_9^+$. Los iones molecu-

lares se identificaron por la presencia de los picos isotópicos $[M+1]^+$ y $[M+2]^+$, así como por la pérdida del radical libre $\cdot C_2H_5$.

Para calcular el número de átomos de carbono se asumió que un alcano normal tiene la fórmula $H-(CH_2)_n-H$, de la que, para el compuesto 5, cuyo pico de ion molecular $[M]^+$ con m/z 352, se restan los dos hidrógenos de los extremos resultando $(CH_2)_n = 350$. Como el grupo metileno corresponde a 14 uma, la igualdad queda $14n = 350$ y, por lo tanto, $n = 350/14 = 25$. Cuando el resultado es un valor entero, el hidrocarburo es saturado y en este caso la fórmula molecular es $C_{25}H_{52}$, correspondiente al n -pentacosano. De manera similar se identificaron los otros nueve n -alcanos, con los cuales se calcularon los índices de retención de Kovats.

4.4 Diterpenos y norditerpenoides en el extracto apolar de *M. acuminifera*

Los picos 1, 2 y 4 en el cromatograma de la Figura 1 corresponden a diterpenos con uno y dos dobles enlaces, identificados como 2-fiteno (**1**), neófitadieno (**2**) y fitadieno (**4**); mientras que el tercer pico fue identificado como el norditerpenoide 5,9,13-trimetil-4,6-tetradecadien-2-ona (**3**), como se muestra en los espectros de la Figura 3.

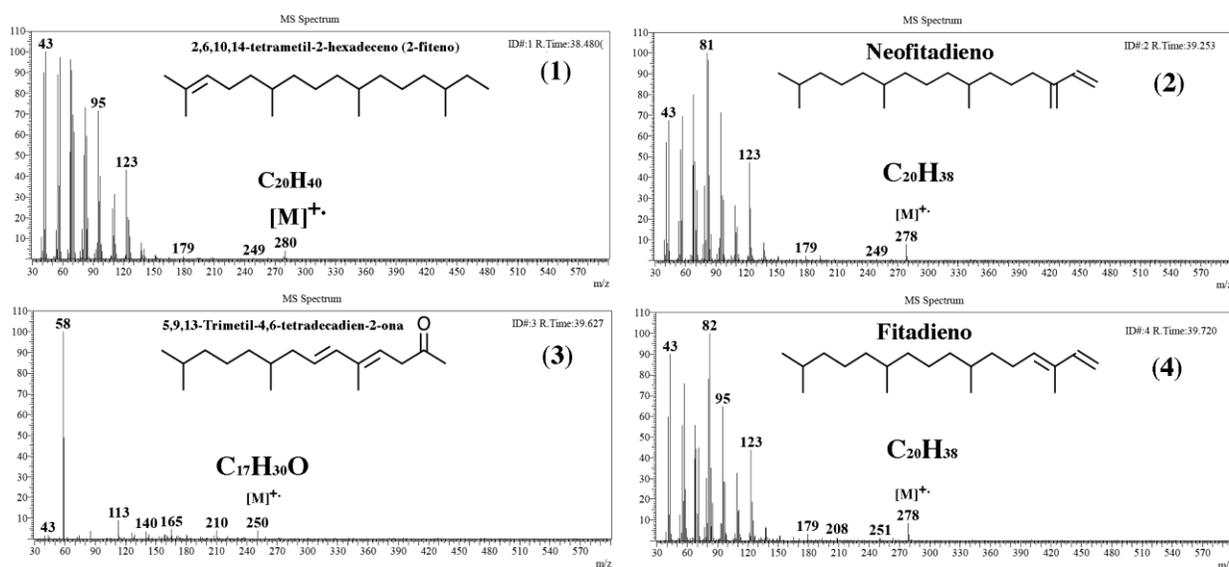


Figura 3. Espectros de masas de los diterpenos y norditerpenoides identificados en el extracto en hexano de las hojas de *Miconia acuminifera*.

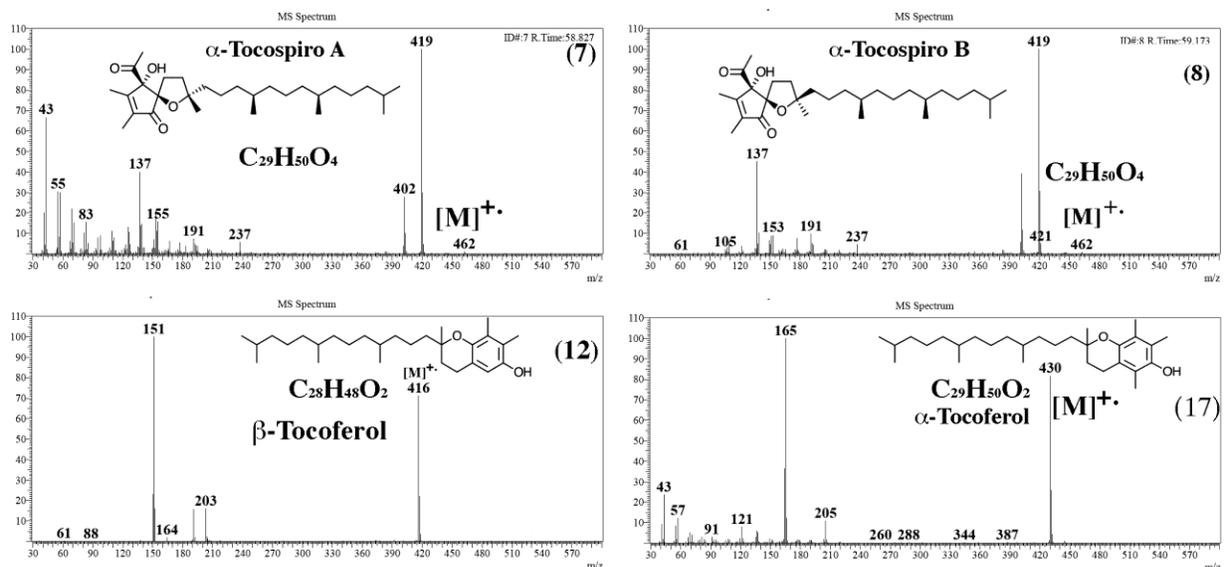


Figura 4. Tocoferoles detectados en el extracto en hexano de *Miconia acuminata*

4.5 Tocoferoles y Tocoferoides de *M. acuminifera*

La Figura 4 muestra los espectros de masas de los compuestos 7, 8, 12 y 17, identificados como tocospiro A (7), tocospiro B (8), β-tocoferol (12) y α-tocoferol (17), los cuales actúan como vitamina E. Los compuestos 7 y 8 han sido aislados de las hojas de *Pourthiaea lucida* y mostraron actividad antituberculosis con concentración inhibitoria mínima de 30 y 50 μg/mL, respectivamente, contra *Micobacterium tuberculosis* [19]. Estos cuatro compuestos hacen de este extracto una materia prima candidata para la fabricación de cremas cosméticas suplementos de vitamina E, así como fortificantes para la industria alimenticia.

4.6 Aldehídos y cetonas de *M. acuminifera*

Se identificaron dos aldehídos diinsaturados, 2,4-heptacosadienal (11) y 2,4-hentricontadienal (21); estos se muestran en la Figura 5. Sus espectros de masas muestran los picos de sus iones moleculares a m/z 390 y 446, correspondientes a las fórmulas moleculares $C_{27}H_{50}O$ y $C_{31}H_{58}O$, respectivamente. Tienen en común la pérdida de 28 uma, característica de los aldehídos, así como los picos a m/z 82 y 96, que localizan los dos dobles enlaces. Esta identificación es provisional y será confirmada en el análisis de productos aislados en un próximo trabajo.

Las cetonas 9-nonacosanona (16) y 2-tritriacontanona (23) se identificaron provisionalmente acorde con sus picos de los iones moleculares a m/z 422 y 478, correspondientes a las fórmulas moleculares $C_{29}H_{58}O$ y $C_{33}H_{66}O$ (ver Figura 6). La posición del carbonilo en el compuesto 16, se asignó con base en el pico a m/z 141, derivado del clivaje alfa en el lado derecho. Se comprobarán estas asignaciones en análisis de compuestos aislados en investigaciones posteriores.

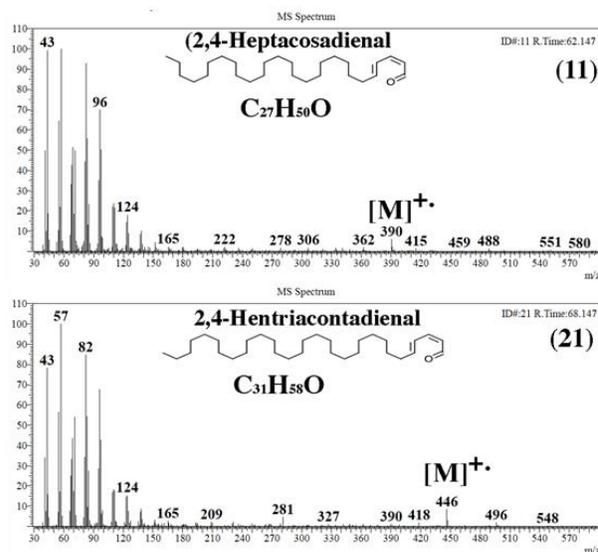


Figura 5. Aldehídos identificados en el extracto en hexano de hojas de *M. acuminifera*.

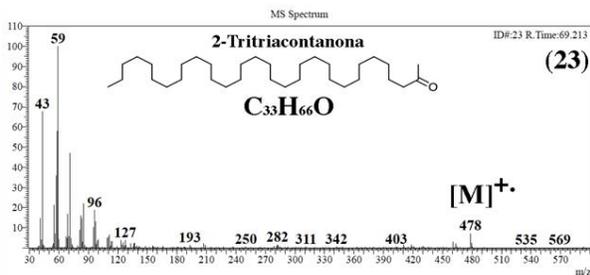
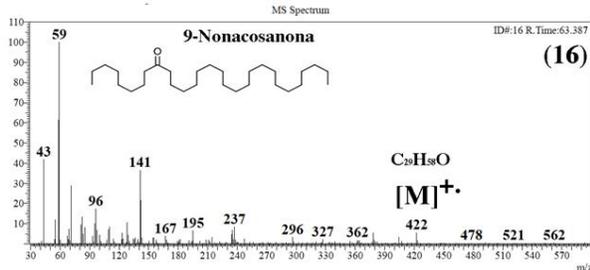


Figura 6. Cetonas identificadas en el extracto en hexano de las hojas de *M. acuminifera*.

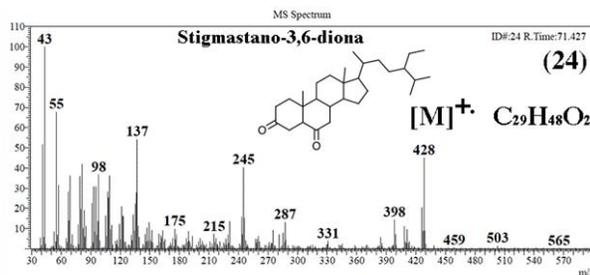
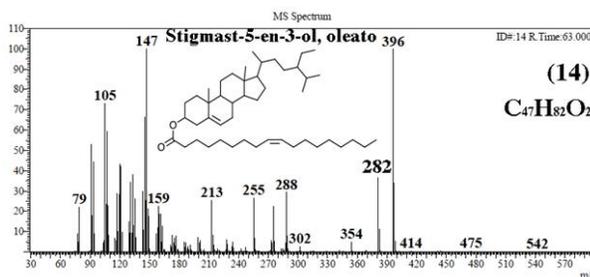


Figura 7. Esteroides identificados en el extracto en hexano de las hojas de *Miconia acuminifera*.

4.7 Esteroides de *M. acuminifera*

La Figura 7 muestra los espectros de masas de los compuestos esteroidales del esqueleto stigmastano, stigmat-5-en-3-ol oleato (**14**) [20] y stigmastano-3,6-diona (**24**) [21], los cuales se identificaron por sus espectros de masas.

El compuesto stigmastano-3,6-dione (**24**) ha sido reportado en las ceras cuticulares de *Calluna vulgaris* [22]. El último pico fue identificado como acetato de dotriacontilo (**25**) [23, 24], con base en su

espectro de masas, el cual muestra un pico a m/z 448 que corresponde al catión radical $[M-60]^+$, debido a la pérdida de ácido acético, y el pico a m/z 61, generado por rearrreglo de McLafferty, característico de los acetatos de alcoholes grasos [25].

5. Conclusiones

Se identificaron diez hidrocarburos saturados lineales pentacosano, heptacosano, octacosano, nonacosano, triacontano, hentriacontano, dotriacontano, tritriacontano, tetratriacontano y pentatriacontano, en el cromatograma de masas del extracto en hexano de las hojas de *M. acuminifera*, con base en su perfil de fragmentación Gaussiano centrado en su pico base a m/z 57, correspondiente al fragmento $C_4H_9^+$, así como la identificación de los picos de los iones moleculares $[M]^+$, sus picos isotópicos $[M+1]^+$ y $[M+2]^+$, así como su pérdida $\Delta m = 29$, correspondiente al radical libre $\cdot C_2H_5$.

Los *n*-alcanos mayoritarios fueron de número impar de átomos de carbono. Con base en estos hidrocarburos se calcularon los índices de Kovats de los otros compuestos detectados y sus identidades se verificaron por comparación de sus espectros de masas en las bibliotecas NIST y Willey; así como por el análisis aritmético y mecanístico.

El compuesto 15 no se pudo identificar y se proseguirá con su aislamiento, purificación y elucidación estructural mediante técnicas espectroscópicas y espectrométricas combinadas.

Finalmente, la presencia de tocoferoles y tocoferoides en este extracto, se identificaron como candidatos para la elaboración de productos cosméticos o alimenticios con suplemento de vitamina E, la cual tiene valor antioxidante.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad del Valle (CI7852) and Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por el apoyo logístico y a COLCIENCIAS por el apoyo financiero a través del proyecto CT-557-2011.

Autores agradecen al Program for Scientific Knowledge Diffusion of Mindtech s.a.s. (PSKD 2016-2020) por los fondos asociados a los costos de publicación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- [1] RENNER, S. S. (1993). Phylogeny and Classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nordic Journal of Botany* 13(5):519-540.
- [2] GRYZENHOUT, M., et al. (2006). *Aurapex Penicillata* Gen. Sp. Nov. From Native Miconia Theaezans and Tibouchina Spp. In Colombia. *Mycologia* 98(1):105-115.
- [3] PIERONI, L. G., et al. (2011). Antioxidant Activity and Total Phenols from the Methanolic Extract of Miconia Albicans (Sw.) Triana Leaves. *Molecules* 16(11):9439-9450.
- [4] CUNHA, W. R., et al. (2006). A Study of the Trypanocidal Activity of Triterpene Acids Isolated from Miconia Species. *Phytother Res* 20(6):474-478.
- [5] LOWRY, J. B. (1976). Anthocyanins of the Melastomataceae, Myrtaceae and Some Allied Families. *Phytochemistry* 15(4):513-516.
- [6] DODERO, G. U. y ALMEDA, F. (1995). Miconia Amplinodis (Melastomataceae: Miconieae), Una Nueva Especie Para Costa Rica. *Missouri Botanical Garden Press* 5(1):4.
- [7] MARA SERPELONI, J., et al. (2011). Cytotoxic and Mutagenic Evaluation of Extracts from Plant Species of the Miconia Genus and Their Influence on Doxorubicin-Induced Mutagenicity: An in Vitro Analysis. *Exp Toxicol Pathol* 63(5):499-504.
- [8] RODRIGUES, J., et al. (2007). An Unusual C6-C6" Linked Flavonoid from Miconia Cabucu (Melastomataceae). *Phytochemistry* 68(13): 1781-1784.
- [9] RODRIGUES, J., et al. (2011). Secondary Metabolites of Miconia Rubiginosa. *J Med Food* 14(7-8): 834-839.
- [10] SPESSOTO, M. A., et al. (2003). Evaluation of the Analgesic Activity of Extracts of Miconia Rubiginosa (Melastomataceae). *Phytomedicine* 10(6-7):606-609.
- [11] CREVELIN, E. J., et al. (2006). Identification of Biologically Active Triterpenes and Sterols Present in Hexane Extracts from Miconia Species Using High-Resolution Gas Chromatography. *Biomed Chromatogr* 20(8):827-830.
- [12] CUNHA, W. R., et al. (2010). Evaluation of the Antibacterial Activity of the Methylene Chloride Extract of Miconia Ligustroides, Isolated Triterpene Acids, and Ursolic Acid Derivatives. *Pharm Biol* 48(2):166-169.
- [13] RODRIGUES, J., et al. (2008). Antimicrobial Activity of Miconia Species (Melastomataceae). *J Med Food* 11(1):120-126.
- [14] CUNHA, W. R., et al. (2003). In Vitro Trypanocidal Activity of Triterpenes from Miconia Species. *Planta Med* 69(5):470-472.
- [15] GUNATILAKA, A. A., et al. (2001). Isolation, Synthesis, and Structure-Activity Relationships of Bioactive Benzoquinones from Miconia Lepidota from the Suriname Rainforest. *J Nat Prod* 64(1):2-5.
- [16] ESCOBAR MANRIQUE, E. Presentación De Yotoco. Reserva Natural. Flora: Plantas Vasculares. 1 Ed. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, (2001). 277 p.
- [17] KOVÁTS, E. (1958). Gas-Chromatographische Charakterisierung Organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices Aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde Und Ketone. *Helvetica Chimica Acta* 41(7): 1915-1932.
- [18] VAN DEN DOOL, H. y DEC. KRATZ, P. (1963). A Generalization of the Retention Index System Including Linear Temperature Programmed Gas—Liquid Partition Chromatography. *Journal of Chromatography A* 11:463-471.
- [19] CHEN, J. J., et al. (2010). A New Long-Chain Alkene and Antituberculosis Constituents from the Leaves of Pourthiaea Lucida. *Chem Biodivers* 7(3):717-721.
- [20] JASSO DE RODRÍGUEZ, D., et al. (2015). Antifungal Activity in Vitro of Rhus Muelleri against Fusarium Oxysporum F. Sp. Lycopersici. *Industrial Crops and Products* 75, Part B: 150-158.
- [21] WANG, L. K., et al. (2014). Two New Lanostane Triterpenoids from the Branches and Leaves of Polyalthia Oblique. *Molecules* 19(6):7621-7628.
- [22] SZAKIEL, A., et al. (2013). Triterpenoid Profile of Flower and Leaf Cuticular Waxes of Heather Calluna Vulgaris. *Nat Prod Res* 27(15):1404-1407.
- [23] CHHANDA, S. A., et al. (2014). Phytochemical Studies on Glinus Oppositifolius (L.) Aug. Dc. Dhaka Univ. J. Sci. 62(1): 45-48.
- [24] MISRA, T. N., et al. (1992). Long-Chain Compounds from Leucas Aspera. *Phytochemistry* 3 Los autores agradecen a la Universidad del Valle (C17852) and Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por el apoyo logístico y a COLCIENCIAS por el apoyo financiero a través del proyecto CT-557-2011.1(5): 1809-1810.
- [25] MCLAFFERTY, F. W. y TURECEK, F. Interpretation of Mass Spectra. 4th Ed. Sausalito, CA: University Science Book, (1993).