



Multiciencias

ISSN: 1317-2255

revistamulticiencias@gmail.com

Universidad del Zulia

Venezuela

Rivas, Karla; Rivas, Carlos; Gamboa, Luisa

Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

Multiciencias, vol. 15, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 281-289

Universidad del Zulia

Punto Fijo, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90444727006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

Karla Rivas¹, Carlos Rivas^{2*} y Luisa Gamboa²

¹ Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura en el Estado Sucre (FIDAES), Estado Sucre, Venezuela.

² Grupo de Química Ambiental, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente, Estado Monagas, Venezuela.

crivas@udo.edu.ve

Resumen

Se determinó la composición química del aceite esencial (AE) del *Ocimum basilicum*, por medio de Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (CG-EM), y se evaluó su actividad antibacteriana. Para ello, se trabajó con el AE provenientes de las hojas de *O. basilicum*. El AE se obtuvo por hidrodestilación, posteriormente se efectuó un análisis por CG-EM. La actividad antibacteriana se evaluó utilizando cepas de *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis* y *Staphylococcus aureus*. La acción antibacteriana se cuantificó midiendo el diámetro del halo de inhibición del crecimiento bacteriano alrededor de discos Whatman N° 5 impregnados con el AE (50 mg/mL). La concentración inhibitoria mínima (CIM), fue determinada por dilución del AE en el intervalo comprendido entre 50 y 200 µg/mL. Fueron identificados 14 constituyentes, representando el 77,22% del aceite. El isoestragol (58,33%), humuleno (5,71%), eucaliptol (4,09%), β-linalol (2,71%), cis-β-ocimeno (2,00%) y alcanfor (1,63%) fueron los mayores compuestos volátiles. El aceite mostró actividad bacteriostática leve contra todos los microorganismos ensayados, presentando halos de inhibición entre 8 a 12 mm de diámetro, mientras que la CIM estuvo entre 100 – 200 µg/mL. Las bacterias gram positivas (*B. subtilis* y *S. aureus*), fueron las más susceptibles al AE.

Palabras clave: aceite esencial; actividad antibacteriana; CG-EM y *Ocimum basilicum*; compuestos volátiles.

Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of basil (*ocimum basilicum* L.)

Abstract

The chemical composition of the essential oil (EO) of *Ocimum basilicum* was determined by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), and its antibacterial activity was evaluated. To do this, we worked with the EO from the leaves of *O. basilicum*. The EO is obtained by hydrodistillation, and after be conducted an analysis by GC-MS. The antibacterial activity was evaluated using strains of *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis*. The antibacterial action was quantified by measuring the diameter of the halo of inhibition of bacterial growth around disks Whatman No 5 impregnated with EO (50 mg / mL). Minimum inhibitory concentration (MIC) was determined by dilution of the EO in the range between 50 and 200 mg/mL. It was identified 14 constituents, representing 77.22% of the oil. The isoestragol (58.33%), humulene (5.71%), eucalyptol (4.09%), β -linalool (2.71%), cis- β -ocimene (2.00%) and camphor (1.63%) were the major volatile compounds. The oil showed mild bacteriostatic activity against all microorganisms tested, showing inhibition zones 8 to 12 mm in diameter, while the MIC was between 100-200 μ g/mL. Gram-positive bacteria (*B. subtilis* and *S. aureus*) were the most susceptible to the EO, which was evidenced by its larger and smaller inhibition halos MIC.

Keywords: essential oil; antibacterial activity; GC-MS; *Ocimum basilicum*; volatile compounds.

Introducción

Los aceites esenciales están formados por metabolitos secundarios de plantas altamente volátiles y lipofílicos. Aproximadamente, se conocen 3000 tipos de aceites esenciales de los cuales 300 han sido comercializados por las industrias cosméticas, farmacéuticas y de perfumes [3].

Los aceites esenciales son ampliamente utilizados como saborizantes en la industria alimenticia, debido a que son considerados una alternativa “verde” en el campo nutricional y adicionalmente se ha demostrado que presentan propiedades antioxidantes, antimicrobial, antiviral y antifúngica. Actualmente la demanda de los aceites esenciales ha ganado gran popularidad por la tendencia que han desarrollado los consumidores por el uso de los ingredientes naturales, especialmente en comidas y productos de limpieza del hogar [19].

Las especies del género *Ocimum*, conocidas comúnmente como albahaca, son plantas aromáticas que tienen importancia económica y cuyos aceites esenciales son utilizados en la industria de cosméticos, alimentos y productos farmacéuticos. La composición química del aceite esencial de la albahaca ha sido sometida a un número considerable de estudios. Hay una extensa diversidad en los constituyentes de este aceite, sin embargo, para los diferentes quimiotipos de *O. basilicum* L. se han informado como constituyentes mayoritarios

el estragol, linalol, cinamato de metilo, metil eugenol, eugenol, isoestragol (anetol), mirceno y geraniol [2, 14, 31, 33, 40], entre otros. Su acción farmacológica se define como antiinflamatoria, antiséptica, antiespasmódica y analgésica. Es utilizado en medicina tradicional para tratar afecciones respiratorias y gastrointestinales [7]. El objetivo de la investigación fue determinar la composición química del aceite esencial del *Ocimum basilicum* (albahaca blanca) por medio de Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (CG-EM), y evaluar su actividad antibacteriana.

Materiales y métodos

Material vegetal

Las muestras de plantas de albahaca fueron adquiridas en el Mercado Municipal de la ciudad de Maturín (Monagas, Venezuela) y transportadas al Laboratorio de Química Ambiental del Núcleo Monagas de la Universidad de Oriente. Previa selección, se desecharon todas aquellas con daños o síntomas de plagas o enfermedades y se almacenaron por un periodo corto de tiempo (1 h máximo) a temperatura de 4°C.

Extracción del Aceite

Se trabajó con el aceite esencial de las partes aéreas (hojas) de *O. basilicum* (Albahaca blanca). El aceite

esencial se obtuvo por hidrodestilación empleando la trampa de Clevenger, colocando 200 gramos de las hojas frescas de la planta *O. basilicum* en 600 mL de agua destilada, durante 6 horas. Posteriormente se realizó una extracción con hexano (grado HPLC) y se secó con sulfato de sodio anhidro. El aceite obtenido se colocó en un frasco de color ámbar y se guardó en oscuridad bajo refrigeración a 4°C.

Análisis Cromatográfico

El análisis por CG-EM se realizó en un cromatógrafo de gases HP 6890 acoplado a un detector de masas HP 5973 (Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA) (EI, 70 eV). Se incorporó una columna capilar DB-5 de 30 m x 0,25 mm. (d.i.) x 0,25 µm de espesor de capa (d_f). Se usó un volumen de inyección de 1 µL, tiempo de Split 0,50 min. Condiciones de operación: temperatura inyector 250°C; temperatura del detector 250°C; gas de arrastre Helio a 1 mL/ min., el voltaje de ionización 70 eV. Programa de temperatura: inicial de 50°C mantenida por 5 minutos, luego se programó un incremento de 4°C/min., hasta 250°C. Los datos se procesaron con el software MSD ChemStation, versión E.01.00.237 (Agilent Technologies, Inc., USA). Los espectros se analizaron utilizando la base de datos NIST 02 (NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library) y los índices de retención de Kováts (IK). Los índices de Kováts se calcularon utilizando una serie homóloga de alcanos lineales saturados (C₆-C₄₄).

Actividad antibacteriana

La actividad antibacteriana se evaluó utilizando cepas certificadas, pertenecientes al Centro Venezolano de Colección de Microorganismos, de *Bacillus subtilis* (CVC438), *Escherichia coli* (CVC439), *Pseudomonas aeruginosa* (CVC625), *Salmonella enteritidis* (CVC497) y *Staphylococcus aureus* (CVC448) sembradas en agar Müller-Hinton a partir de suspensiones microbianas de concentración conocida (10⁸ células/mL) e incubadas a 37°C durante 48 horas. La acción antibacteriana se cuantificó utilizando la metodología de Bauer *et al.* [4], la cual consistió en medir el diámetro del halo de inhibición (dhi, mm) del crecimiento bacteriano alrededor de discos Whatman Nº 5 impregnados con el aceite esencial (50 mg/mL). Se emplearon los antibióticos; Eritromicina® (15 µg), Amikacina® (30 µg) y Ampicilina® (10 µg), como controles positivos para medir la sensibilidad de los microorganismos con respecto a los antibióticos comerciales. La actividad del aceite se clasificó como marcada (dhi ≥16 mm), moderada (12 mm ≤dhi <16

mm), ligera (8 mm ≤ dhi < 12 mm) o sin actividad (dhi < 8 mm), según los rangos de la escala utilizada por Toda *et al.* [38].

La concentración inhibitoria mínima (CIM) fue determinada por dilución del aceite esencial en el intervalo comprendido entre 50 y 200 µg/mL en dimetilsulfóxido (DMSO), colocando 10 µL de cada dilución en un disco de papel. Se usó un disco impregnado con DMSO como control negativo para descartar la posible actividad del disolvente contra las bacterias ensayadas.

Resultados y discusión

Composición del aceite esencial de hojas de *Ocimum basilicum* L.

El rendimiento del aceite esencial del *Ocimum basilicum* L. (Albahaca blanca) fue de 1,45%. Los compuestos volátiles del aceite esencial del *O. basilicum* L. Se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de área, índices de retención y posibles compuestos para los picos más abundantes del aceite esencial de *Ocimum basilicum* L. Utilizando CG/EM.

Posibles compuestos (<i>I</i> _{Referencia})	% Área	Índice de Kováts
β-Pineno (990)	0,20	990
β-Mirceno (990)	0,33	990
Eucaliptol (1029)	4,09	1029
cis-β-Ocimeno (1040)	2,00	1040
β-Linalol (1100)	2,71	1100
Alcanfor (1158)	1,63	1166
Isoestragol (1264)	58,33	1255
cis-Citral (1294)	0,10	1303
Formiato de geranilo (1322)	0,28	1317
Elemeno (1434)	0,78	1439
β-Bisaboleno (1501)	0,48	1499
δ-Cadineno (1554)	0,50	1565
Humuleno (1579)	5,71	1584
Farnesol (1775)	0,08	1770

IRreferencia: índice de Kováts obtenido de la base de datos NIST 02 cuando se realizó la identificación de cada compuesto.

Fueron identificados 14 constituyentes, los cuales representan el 77,22% del aceite. El isoestragol (58,33%), humuleno (5,71%), eucaliptol (4,09%), β -linalol (2,71%), *cis*- β -ocimeno (2,00%), alcanfor (1,63%) y elemeno (0,78%) fueron los mayores compuestos.

En la recuperación de aceites esenciales empleando hidrodestilación, Sajjadi [33] y Ghasemi-Pirbalouti [13], respectivamente identificaron en la albahaca cv. Púrpura en Irán, al metil chavicol como el componente más abundante en el aceite esencial (52,40% y 63,32%) y adicionalmente discriminaron la presencia del linalol (20,10% y 7,96%) y alcanfor (0,60% y 0,94%); y en cv. Verde a humuleno (1,10% y 2,04%). Matasyoh *et al.* [23] identificaron en el aceite esencial de hojas de albahaca “de clavo” o africana (*Ocimum gratissimum* L.), los siguientes monoterpenos: *cis*-ocimeno (7,47%), alcanfor (0,95%), β -pineno (1,10%). También lograron asignar la identidad de los picos correspondientes a los sesquiterpenos β -bisabolenol (0,73%) y germacreno D (4,25%).

Özcan y Chalchat [29] identificaron en partes aéreas de *O. basilicum* cultivada en Turquía, la presencia de metil eugenol (78,02%) como componente mayoritario, aunque también informaron el humuleno (0,12%), elemeno (0,24%), eucaliptol (0,001%), linalol (0,003%), *cis*- β -ocimeno (0,007%), α -pineno (0,002%) y mircenol (0,006%). Los mismos autores, en hojas de la misma especie de planta recolectada en el mismo distrito y 4 años después, encontraron que los componentes mayoritarios fueron el estragol (52,60%) y el limoneno (13,64%). Destacando que también identificaron al β -pineno, mircenol, *cis*- β -ocimeno, linalol y el humuleno [8].

En el mismo país, Telci *et al.* [36] recolectaron semillas de *O. basilicum* de 18 cultivares de diferentes regiones que fueron sembradas en las mismas condiciones medioambientales y del suelo. El análisis del aceite esencial obtenido de las hojas (cosechadas en floración) permitió diferenciar 7 quimiotipos, donde los principales componentes fueron: linalol (I), cinamato de metilo (II), cinamato de metilo/linalol (III), metil eugenol (IV), citral (V), metil chavicol (VI) y metil chavicol/citral (VII). Estos autores también encontraron δ -Cadineno.

El constituyente volátil mayoritario obtenido en este trabajo, isoestragol, también conocido como anetol ($C_{10}H_{12}O$) (Fig. 1) [25]. Este ha sido identificado como componente minoritario en hojas con tallos de

O. basilicum cv. ‘Cinnamon’ recolectadas en 2 años distintos, en una misma parcela experimental en Polonia por Wesołowska *et al.* [40], empleando hidrodestilación (0,11% en cosecha 2010 y 0,28% en cosecha 2011) y también empleando otra técnica de destilación con vapor (0,04% en cosechas 2010 y 2011). Con dicha técnica de destilación con vapor, también ha sido identificado en la misma parcela experimental y años de cosecha, en el cv. ‘Thai Siam’ (0,40% en 2010 y 0,42% en 2011), pero no en los cultivares ‘Bolloso Napoletano’ y ‘A Foglie di Lattuga’ [39]. Como componente mayoritario, en Brasil ha sido identificado en el aceite esencial de *O. selloi* Benth. (67,4%), pero no en las especies de albahaca *O. gratissimum* y *O. micranthum* analizadas por Silva *et al.* [35]; y también en hojas e inflorescencias de plantas de *O. basilicum* cultivadas en las localidades Bassar (74,64 %) y Adéticopé (32,56 %) en Togo, pero no en la localidad Sokodé [21].

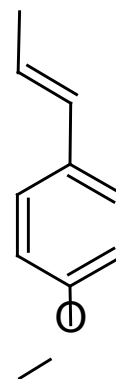


Figura 1.- Estructura química de isoestragol o anetol [25].

El segundo componente volátil mayoritario identificado en este trabajo fue el humuleno, ($C_{15}H_{24}$) (Fig. 2) [26], el cual se identificó en el aceite esencial de *O. basilicum* L. (UEC 121.408) por Sartoratto *et al.* [34] y *O. basilicum* (6899SRFcam) por Akono-Ntonga *et al.* [2], extraído por hidrodestilación de plantas recolectadas en una parcela experimental en Brasil y de otra en Camerún, como componente minoritario (0,77% y 0,18%, respectivamente). También como minoritario, es informado por Ghasemi-Pirbalouti [13] en *O. basilicum* cv. Púrpura (0,72%) de Irán y por Wesołowska *et al.* [39] en los cultivares de albahaca ‘Thai Siam’, ‘Bolloso Napoletano’ y ‘A Foglie di Lattuga’ (0,32 - 0,60%) de Polonia.

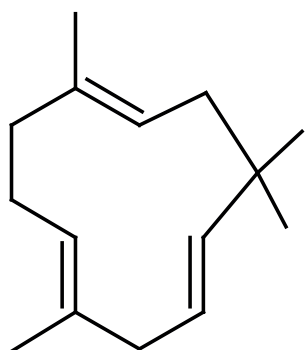


Figura 2.- Estructura química de humuleno [26].

El tercer constituyente volátil mayoritario obtenido en este trabajo, eucaliptol, también conocido como 1,8-cineol ($C_{10}H_{18}O$) (Fig. 3) [27], ha sido determinado como tercer constituyente mayoritario, empleando hidrodestilación, en hojas y tallos de plantas de *O. basilicum* (albahaca blanca) y *O. basilicum* var. Genovese (albahaca genovesa) cultivadas en Cuba, con abundancia relativa de 7,68% y 5,26%, respectivamente [30]. En Colombia, en aceite obtenido por hidrodestilación, como segundo componente mayoritario en hojas de *O. micranthum* (12,09%) [18].

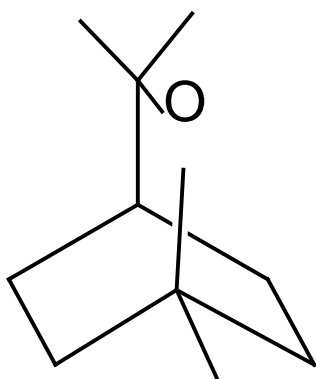


Figura 3.- Estructura química de eucaliptol o 1,8 cineol [27].

Con respecto al cuarto compuesto mayoritario obtenido, β -linalol, también conocido como linalol ($C_{10}H_{18}O$) (Fig. 4) [28], Acosta *et al.* [1] encontraron que fue el componente más abundante en el aceite obtenido mediante hidrodestilación de *Ocimum basilicum* L. var. *basilicum* recolectado en Mérida, Venezuela (54,28%), seguido del 4-alil anisol (26,50%). También mayoritariamente, en aceite esencial aislado por hidrodestilación, en cultivares de Albania de *O. basilicum* de hoja verde estrecha (autóctono) (48,00%) y verde ancha (45,30%) (de origen italiano) [17]; y

en partes aéreas (hojas, flores e inflorescencias) de *O. basilicum* Linn. var. *pilosum* (Willd.) Benth. (29,68%) en China [41].

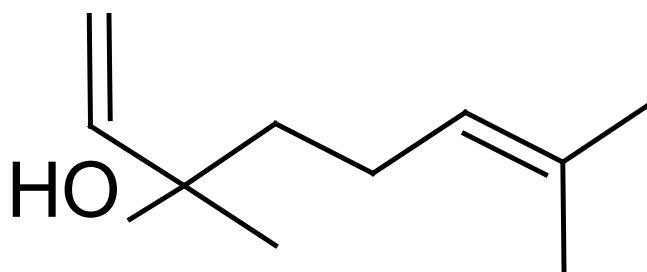


Figura 4.- Estructura química de β -linalol o linalol [28].

Koba *et al.* [21], encontraron para el *O. basilicum*, proveniente de la República de Togo, el formiato de geranilo. El cual presentó una abundancia de 0,44-0,53%. en el aceite esencial. Wesolowska *et al.* [40], determinaron que en los aceites esenciales provenientes de la hidrodestilación de las hojas de *O. basilicum* existe entre 0,34-0,53% de Farnesol.

En líneas generales, los resultados fueron diferentes a los de la literatura encontrada con respecto a la identidad de algunos componentes del aceite esencial en la especie vegetal. La diferencia observada puede deberse a distintos factores genéticos y ambientales, estatus nutricional de las plantas, entre otros factores que pueden influir en la composición del aceite [29].

Actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de *Ocimum basilicum* L.

En la tabla 2 se presentan los resultados de la actividad antibacteriana del aceite esencial proveniente de *O. basilicum* sobre las bacterias Gram positivas (*B. subtilis* y *S. aureus*) y las Gram negativas (*P. aeruginosa*, *E. coli*, y *S. enteritidis*). El aceite mostró una actividad ligera (8-11 mm) contra la mayor parte de los microorganismos ensayados, a excepción de *B. subtilis*, sobre la cual presentó una actividad moderada (12 mm). Nakamura *et al.* [24], reportaron que el aceite esencial extraído de hojas de la especie relacionada *O. gratissimum*, actuó tanto sobre la bacteria Gram positiva, *S. aureus* (17 mm), como sobre las Gram negativas (*E. coli* y *S. enteritidis*), ambas con halos de inhibición de 16 mm.

Tabla 2. Actividad antibacteriana del aceite esencial del *Ocimum basilicum*

Microorganismo	Zona de Inhibición (mm)*				CIM (mg/mL)
	Aceite Esencial	Control Positivo			
		Amp	Ami	Eri	
<i>Bacillus subtilis</i> (CVC 438)	12	20	18	30	100
<i>Staphylococcus aureus</i> (CVC 48)	11	25	22	28	100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (CVC 625)	9	28	24	32	200
<i>Escherichia coli</i> (CVC 39)	9	26	23	25	200
<i>Salmonella enteritidis</i> (CVC 497)	8	21	18	23	200

*Discos de 5 mm de diámetro; Amp.: Ampicilina; Ami.: Amikacina. Eri.: Eritromicina; CIM: Concentración inhibitoria mínima; Intervalo de concentración: 50 – 200 mg/mL [4].

Los microorganismos Gram positivos fueron los más susceptibles. El *B. subtilis* presentó una CIM de 100 mg/mL con un halo de inhibición de 12 mm y el *S. aureus* mostró el mismo valor de CIM pero con un halo de inhibición de 11 mm. Hernández-Díaz y Rodríguez-Jorge [15], determinaron para el extracto etanólico de *O. basilicum*, que *B. subtilis* ATCC 7001 presentó el valor más bajo de CIM (520 mg/mL). En aceites provenientes de, fundamentalmente hojas de *O. basilicum* L. var. *basilicum* y *O. gratissimum* L., Acosta *et al.* [1] demostraron actividad inhibitoria sobre cepas bacterianas de *S. aureus* que presentaron halos de inhibición producidos de 8 a 13 mm. Cabe destacar que extractos etanólicos de albahaca fresca y seca produjeron un efecto antimicrobiano sobre *S. aureus* afectando parámetros de crecimiento de la bacteria [9].

Las bacterias Gram negativas ensayadas, mostraron una respuesta similar al aceite esencial, con un CIM de 200 mg/mL, sin embargo, mostraron diferencias en las zonas de inhibición, siendo estas de 9, 9 y 8 mm, para *P. aeruginosa*, *E. coli* y *S. enteritidis*, respectivamente. En general, la actividad antibacteriana del aceite esencial resultó ser menor al compararlo con los antibióticos comerciales evaluados. Probablemente, esto puede deberse a los mecanismos de acción de estos antibióticos son más específicos, dado que pueden actuar inhibiendo la síntesis proteica de la bacteria (eritromicina, amikacina) o inhibiendo la síntesis de la pared bacteriana (ampicilina) [6]. Sin embargo, hasta el momento no está clara la manera en que actúan los diferentes componentes del aceite esencial sobre las bacterias.

La baja actividad del extracto contra las bacterias

Gram negativas coincidió con los resultados de otros autores para especies de *O. basilicum* y de otras especies vegetales, tales como, *Erythrina speciosa* Andrews (en tallos), *Piper regnellii* Miq. (en hojas) [16] y *Artemisia echegarayi* (en partes aéreas) [22]. La menor susceptibilidad puede ser atribuida a la membrana externa de las bacterias Gram negativas que actúa como barrera restringiendo la penetración de moléculas de antibióticos y compuestos hidrofóbicos a través de los lipopolisacáridos de la membrana celular, y adicionalmente, el espacio periplasmático contiene enzimas capaces de descomponer moléculas extrañas introducidas desde el exterior [12, 16, 22].

En este trabajo, la actividad antibacteriana del extracto de albahaca blanca puede ser atribuida en parte a la acción del isoestragol (anetol) entre otros compuestos, sobre algunas de las bacterias. Pino *et al.* [10], obtuvieron resultados similares a los nuestros al reportar que el aceite esencial de anís (*Pimpinella anisum*), está compuesto fundamentalmente por anetol (97,76%) y el resto de los componentes identificados fueron monoterpenos y sesquiterpenos. Además, mostró actividad antibacteriana frente a *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. El anetol aislado del aceite esencial de hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller) presentó actividad antibacteriana frente a *S. aureus* de manera similar a la gentamicina; aunque no sobre *E. coli* [37]. Por otra parte, De *et al.* [11] aislaron al anetol de un extracto de anís estrellado (*Illicium verum* Hooker) y evaluaron su actividad antibacteriana obteniendo valores de CMI en el siguiente orden: *S. aureus* > *E. coli* > *B. subtilis*, e indicaron que durante el aislamiento del anetol, otras fracciones también presentaron componentes secundarios con alguna actividad antimicrobiana, probablemente no debida al anetol.

Finalmente, cabe destacar que Jirovetz *et al.* [20] evaluaron la actividad antimicrobiana del humuleno, β -pineno y mirceno (β -mirceno) en contra de algunas bacterias Gram positivas y negativas, encontrando que el humuleno posee un efecto antibacteriano medio contra *E. coli*, *P. aeruginosa* y *Salmonella* sp.; el β -pineno posee alta actividad antimicrobiana contra *S. aureus* y *E. coli*, como también el mirceno contra *E. coli*.

Asimismo, entre los compuestos volátiles presentes en el aceite esencial de *O. basilicum*, el Eucaliptol y el Linalol, representaron el 4,09 y 2,71%, respectivamente. Runyoro *et al.* [32] y Beltrán *et al.* [5], reportaron que el linalol y el eucaliptol se caracterizan por presentar

actividad antimicótica, antiséptica y antimicrobiana, especialmente a nivel de las bacterias, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Conclusiones

El aceite esencial de *Ocimum basilicum* estudiado contiene: isoestragol (58,33%), humuleno (5,71%), eucaliptol (4,09%), β -linalol (2,71%), *cis*- β -ocimeno (2,00%), alcanfor (1,63%) y elemeno (0,78%). El aceite esencial mostró actividad bacteriostática leve contra todos los microorganismos ensayados. Las bacterias Gram positivas (*Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus*) fueron las más susceptibles al aceite esencial. El extracto de *O. basilicum* mostró baja actividad sobre las bacterias Gram negativas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Salmonella enteritidis*).

Referencias

- [1] ACOSTA, M; GONZÁLEZ, M; ARAQUE, M; VELAZCO, E; KHOURI, N; ROJAS, L; USUBILLAGA, A (2003). Composición química de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum* L. var *basilicum*, *O. basilicum* L. var. *purpurensceus*, *O. gratissimum* L., y *O. tenuiflorum* L., y su efecto antimicrobiano sobre bacterias multirresistentes de origen nosocomial. **Revista de la Facultad de Farmacia (ULA)**. Vol. 45, Nº 1, 19-24.
- [2] AKONO Ntonga, P; BALDOVINI, N; MOURAY, E; NAMBU, L; BELONG, P; GRELLIER, P (2014). Activity of *Ocimum basilicum*, *Ocimum canum*, and *Cymbopogon citratus* essential oils against *Plasmodium falciparum* and mature-stage larvae of *Anopheles funestus* s.s. **Parasite**. Vol. 21, Nº 33. 8 p.
- [3] BAKKALI, F; AVERBECK, S; AVERBECK, D; IDAOMAR, M (2008). Biological effects of essential oils - a review. **Food and Chemical Toxicology**. Vol. 46, Nº 2, 446-475.
- [4] BAUER, A; KIRBY, W; SHERRIS J; TURCK, M (1966). Antibiotic susceptibility testing by standardized single disk method. **American Journal of Clinical Pathology**. Vol. 45, Nº 4, 493-496.
- [5] BELTRÁN, M; CANTILLO, M; VIVAS, A (2013). Actividad antibacteriana de los aceites obtenidos de *Ocimum basilicum* L. var. *cinammom*, *O. album*, *O. thrysiflorum*, para uso potencial en fitocosmética. **Revista de Investigaciones Andina**. Vol. 27, Nº 15, 798-810.
- [6] CALVO, J; MARTÍNEZ Martínez, L (2009). Mecanismos de acción de los antimicrobianos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. Vol. 27, Nº 1, 44-52.
- [7] CHALALA, M; ALFARO, T; RODRÍGUEZ, L; CARBALLO, C; RODRÍGUEZ Ferradá, C; RAMOS, R; CABEZAS, C; REYES Arias, M (2002). Lavado y desinfectación de *Ocimum basilicum* L. var. *lactucaefolium*. I. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. Vol. 7, Nº 2, 84-88.
- [8] CHALCHAT, J; ÖZCAN, M (2008). Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. **Food Chemistry**. Vol. 110, Nº 2, 501-503.
- [9] COLIVET, J; MARCANO, G; BELLOSO, G; BRITO, D; GÓMEZ, E (2011). Efecto antimicrobiano de extractos etanólicos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus*. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**. Vol. 2, Nº 2, 313-320.
- [10] PINO, O; SÁNCHEZ, Y; ROJAS, M; ABREU, Y; CORREA, T (2012). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Pimpinella anisum* L. **Revista de Protección Vegetal**. Vol. 27, No 3, 181-187.
- [11] DE, M; DE, K; MUKHOPADHYAY, R; MIRÓ, M; BANERJEE, A.B (2001). Actividad antimicrobiana de *Illicium verum* Hook. f. **Ars Pharmaceutica**. Vol. 42, Nº 3-4, 209-220.
- [12] DUFFY, C; POWER, R (2001). Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plants extracts. **International Journal of Antimicrobial Agents**. Vol. 17, Nº 6, 527-529.
- [13] GHASEMI Pirbalouti, A (2014). Diversity in chemical composition and yield of essential oil from two Iranian landraces of sweet basil. **Genetika**. Vol. 46, Nº 2, 419-426.
- [14] GONZÁLEZ Zúñiga, J; GONZÁLEZ Sánchez, H; GONZÁLEZ Palomares, S; ROSALES Reyes, T; ANDRADE González, I (2011). Microextracción en fase sólida de compuestos volátiles en albahaca (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Universitaria**. Vol. 21, Nº 1, 17-22.
- [15] HERNÁNDEZ Díaz, L; RODRÍGUEZ Jorge, M (2001). Actividad antimicrobiana de plantas que crecen en Cuba. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. Vol. 6, Nº 2, 44-47.

- [16] HOLETZ, F; PESSINI, L; SANCHES, N; CORTEZ, D; NAKAMURA, C; FILHO, B (2002). Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 97, Nº 7, 1027-1031.
- [17] IMERI, A; KUPE, L; SHEHU, J; DODONA, E; BARDHI, N; VLADI, V (2014). Essential oil composition in three cultivars of *Ocimum* L. in Albania. **Archives of Biological Sciences**. Vol. 66, Nº 4, 1641-1644.
- [18] JARAMILLO, B; DUARTE, E; DELGADO, W (2014). Bioactividad del aceite esencial de *Ocimum micranthum* Willd., recolectado en el dpto. Bolívar, Colombia. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. Vol. 19, Nº 2, 185-196.
- [19] JIANG, Y; WU, N; FU, Y; WANG, W; LOU, M; ZHAO, C; ZU, Y; LIU, X (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of rosemary. **Environmental Toxicology and Pharmacology**. Vol. 32, Nº 1, 63-68.
- [20] JIROVETZ, L. BAIL, S; BUCHBAUER, G; DENKOVA, Z; SLAVCHEV, A; STOYANOVA, A; SCHMIDT, E; GEISSLER, M (2006). Antimicrobial testings, gas chromatographic analysis and olfactory evaluation of an essential oil of hop cones (*Humulus lupulus* L.) from Bavaria and some of its main compounds. **Scientia Pharmaceutica**. Vol. 74, Nº 4, 189-201.
- [21] KOKA, K; POUTOULI, P; RAYNAUD, C; CHAUMONT, J; SANDA, K (2009). Chemical composition and antimicrobial properties of different basil essential oils chemotypes from Togo. **Bangladesh Journal of Pharmacology**. Vol. 4, Nº 1, 1-8.
- [22] LACIAR, A; VACARUIZ, M; CARRIZO, R; SAAD, J (2009). Antibacterial and antioxidant activities of the essential oil of *Artemisia echegarayi* Hieron. (Asteraceae). **Revista Argentina de Microbiología**. Vol. 41, Nº 4, 226-231.
- [23] MATASYOH, L; MATASYOH, J; WACHIRA, F; KINYUA, M; THAIRU Muigai, A; MUKIAMA, T (2007). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. **African Journal of Biotechnology**. Vol. 6, Nº 6, 760-765.
- [24] NAKAMURA, C; UEDA Nakamura, T; BANDO, E; MELO, A; CORTEZ, D; FILHO, B (1999). Antibacterial activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 94, Nº 5, 675-678.
- [25] NCBI 2014(a). National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database. Compound Summary for CID 637563. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/637563#section=Top>. [Consultado: 5/1/2015]
- [26] NCBI 2014(b). National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database. Compound Summary for CID 5281520. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281520#section=Top>. [Consultado: 5/1/2015]
- [27] NCBI 2014(c). National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database. Compound Summary for CID 2758. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2758#section=Top>. [Consultado: 5/1/2015]
- [28] NCBI 2014(d). National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database. Compound Summary for CID 6549. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6549#section=Top>. [Consultado: 5/1/2015]
- [29] ÖZCAN, M; CHALCHAT, J (2002). Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey. **Czech Journal of Food Sciences**. Vol. 20, Nº 6, 223-228.
- [30] ROJAS, M; SÁNCHEZ, Y; ABREU, Y; ESPINOSA, I; CORREA, T; PINO, O (2012). Caracterización química y actividad antibacteriana de aceites esenciales de *Ocimum basilicum* L. y *Ocimum basilicum* var. *genovese* L. **Revista de Protección Vegetal**. Vol. 27, Nº 2, 130-134.
- [31] ROMERO, C; BELISARIO, Y; BLASCO, M (2004). Extracción del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con CO₂ supercrítico. **Ciencia**. Vol. 12, Nº 4, 309-314.
- [32] RUNYORO, D; NGASSAPA, O; VAGIONAS, K; ALIGIANNIS, N; GRAIKOU, K; CHINOU, I (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania. **Food Chemistry**. Vol. 119, Nº 1, 311-316.
- [33] SAJJADI, S (2006). Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. **DARU Journal of Pharmaceutical Sciences**. Vol. 14, Nº 3, 128-130.

- [34] SARTORATTO, A; MACHADO, A; DELARMELINA, C; FIGUEIRA, G; DUARTE, M; REHDER, L (2004). Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**. Vol. 35, N° 4, 275-280.
- [35] SILVA, M.; MATOS, F.; LOPES, P.; SILVA, F.; HOLANDA, M. (2004). Composition of essential oils from three *Ocimum* species obtained by steam and microwave distillation and supercritical CO₂ extraction. **ARKIVOC**. Vol. VI, 66-71.
- [36] TELCI, I; BAYRAM, E; YILMAZ, G; AVCI, B (2006). Variability in essential oil composition of Turkish basil (*Ocimum basilicum* L.). **Biochemical Systematics and Ecology**. Vol. 34, N° 6, 489-497.
- [37] TINOCO, M.T; MARTINS, M.R; CRUZ Morais, J (2007). Actividad antimicrobiana do óleo essencial do *Foeniculum vulgare* Miller. **Revista de Ciências Agrárias**. Vol. 30, N° 1, 448-454.
- [38] TODA, M; OKUBO, S; MARA, Y; SHIMAMURA, T (1991). Antibacterial and bactericidal activities of tea extracts and catechins against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **Japanese Journal of bacteriology**. 46, N° 5, 845-849.
- [39] WESOŁOWSKA, A; KOSECKA, D; JADCZAK, D (2012). Essential oil composition of three sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. **Herba Polonica**. Vol. 58, N° 2, 5-16.
- [40] WESOŁOWSKA, A; GRZESZCZUK, M; JADCZAK, D (2014). Influence of distillation method on the chemical composition of essential oils isolated from different parts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cv 'Cinnamon'. **Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica**. Vol. 312, N° 31, 159-172.
- [41] ZHANG, J; LI, SHENG, K; WU, W (2009). The main chemical composition and *in vitro* antifungal activity of the essential oils of *Ocimum basilicum* Linn. var. *pilosum* (Willd.) Benth. **Molecules**. Vol. 14, N° 1, 273-278.
-