

Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill

Extraction, description and antioxidant activity of essential oil from *Eucalyptus globulus*
Labill

Miladys Esther Torrenegra Alarcón^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4258-182X>

Clemente Granados Conde² <https://orcid.org/0000-0002-3201-4357>

Glicerio León Méndez³ <https://orcid.org/0000-0002-9899-5872>

¹Centro de Comercio y Servicios, Regional Bolívar (SENA). Cartagena, Bolívar, Colombia.

²Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería. Cartagena, Colombia.

³Corporación Universitaria Rafael Núñez, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Tecnología en Estética y Cosmetología. GITEC. Cartagena, Colombia.

*Autor para la correspondencia: mmtorrenegra@sena.edu.co

RESUMEN

Introducción: El ser humano por mucho tiempo ha utilizado las plantas como fuentes de medicamentos naturales, se conoce que en la actualidad cerca de las dos terceras partes de la población de los países en desarrollo las emplean para el tratamiento de enfermedades. Las plantas medicinales se caracterizan por poseer principios activos que pueden modificar el funcionamiento de los sistemas biológicos alterándolos o restableciendo el equilibrio funcional orgánico.

Objetivo: Evaluar la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill cultivado en el municipio de Pamplona – Norte de Santander, Colombia.

Métodos: El aceite esencial se obtuvo por hidrodestilación e hidrodestilación asistida por radiación con microondas, a partir de las hojas; se determinó densidad relativa a 20 °C, índice de refracción; solubilidad de los aceites esenciales en etanol (70 % v/v) y rotación óptica. La composición química se evaluó mediante cromatografía de gases/espectrómetro de masa. La actividad antioxidante se determinó con las técnicas de actividad antiradicalaria por los métodos DPPH^{*} y ABTS⁺⁺

Resultados: Los rendimientos oscilaron entre 0,72 y 1,21 %, en dependencia del método de extracción utilizado. Los resultados de la prueba de actividad antioxidante mostraron que los aceites esenciales del *Eucalyptus globulus* Labill obtenidos por ambos métodos de extracción tuvieron resultados promisorios, además, estos aceites presentaron altos contenidos de monoterpenos con reconocida actividad antioxidante, como lo es el eucaliptol.

Conclusiones: El aceite esencial del *Eucalyptus globulus* Labill es considerado como promisorio para diseñar productos magistrales con actividad antioxidante.

Palabras clave: Actividad antioxidante; aceite esencial; *Eucalyptus globulus* Labill.

ABSTRACT

Introduction: Humans have used plants as sources of natural medicines and it is known that nowadays approximately two-thirds of the population in developing countries uses them for the treatment of diseases. Medicinal plants are characterized by having active substances that can modify the functioning of biological systems by altering them or restoring organic functional balance.

Objectives: To evaluate the *in vitro* antioxidant activity of the *Eucalyptus globulus* Labill's essential oil grown in the municipality of Pamplona-Norte de Santander, Colombia.

Methods: Essential oil was extracted from the leaves by hydrodistillation and assisted hydrodistillation by radiation with microwave. It was determined a relative density to 20°C, refractive index, solubility of the essential oils in ethanol (70% v/v) and optical rotation. Chemical composition was assessed using gas chromatography/mass spectrometer. The antioxidant activity was determined using the techniques of anti-free radicals activity by DPPH · and ABTS^{·+} methods.

Results: Yields ranged from 0.72 to 1.21% depending on the extraction method used. The results of the test of antioxidant activity showed that the essential oils of *Eucalyptus globulus* Labill obtained by both methods of extraction had promising results; in addition, these oils presented high levels of monoterpenes with recognized antioxidant activity, such as eucalyptol.

Conclusions: The essential oil of *Eucalyptus globulus* Labill is considered as promising to design master products with antioxidant activity.

Keywords: antioxidant activity; essential oil; *Eucalyptus globulus* Labill

Recibido: 04/07/2018

Aceptado: 17/04/2019

INTRODUCCIÓN

El ser humano por mucho tiempo ha utilizado las plantas como fuentes de medicamentos naturales. Se conoce que en la actualidad cerca de las dos terceras partes de la población de los países en desarrollo las emplean para el tratamiento de enfermedades.^(1,2) Las plantas medicinales se caracterizan por poseer principios activos que pueden modificar el funcionamiento de los sistemas biológicos alterándolos o restableciendo el equilibrio funcional orgánico.^(2,3,4)

Colombia es un país que posee una gran diversidad de ecosistemas y microclimas, lo que hace que tenga una vegetación muy variada, que se enriquece con sus especies endémicas y una alta diversidad genética. Algunas de las plantas que se pueden encontrar poseen aceites esenciales (AE) y actividad biológica de amplias perspectivas para llevar a cabo la investigación y el desarrollo de nuevos productos.⁽²⁾

Los AE son metabolitos secundarios de las plantas. Estos son fracciones líquidas volátiles que proporcionan aromas y sabores característicos y lo constituyen mezclas complejas de hidrocarburos, compuestos oxigenados y residuos no volátiles. Se obtienen a partir de diferentes partes de las plantas como: flores, yemas, semillas, hojas, ramas, cortezas, madera, frutos y raíces.^(3,4)

El valor económico de los AE y su aplicabilidad industrial están directamente relacionados con su composición química y con la actividad biológica particular que ellos posean.⁽⁴⁾ En la actualidad, hay un interés creciente por la utilización de extractos naturales con características antioxidantes que puedan sustituir a los aditivos sintéticos en la industria de alimentos, cosméticos, y farmacéuticas. Esto se debe a que constituyen una alternativa prometedora para la prevención y el tratamiento de los trastornos y enfermedades producidas por la presencia de impurezas y los residuos de reactivos presentes en muchos de los compuestos de síntesis.^(3,5)

El género *Eucalyptus*, que agrupa en torno a las 600 especies, pertenece a la familia *Myrtaceae*, subfamilia *Myrtoideae*. El eucalipto contiene abundantes AE que se utilizan en la industria de alimentos, química y farmacéutica.⁽⁶⁾ Este aceite tiene cualidades medicinales, se utiliza, principalmente, en las enfermedades de las vías respiratorias, siendo el eucaliptol, el monoterpeno más abundante, al que se le atribuyen propiedades expectorantes y antiinflamatorias.^(6,7) Por estas razones, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) cultivado en el municipio de Pamplona – Norte de Santander (Colombia).

MÉTODOS

Recolección del material vegetal

Con base en los registros de las colecciones del Herbario Regional Catatumbo-Sarare (HECASE) de la Universidad de Pamplona, las hojas de las plantas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) fueron recolectados en una vereda del municipio de Pamplona - Norte de Santander (7°22'34"N 72°38'54"O). Se recolectó 1 kg de material por semana, en el periodo comprendido de abril a mayo de 2015, bajo la supervisión del Magíster en Sistemática Vegetal, Luis Roberto Sánchez Montaña quien realizó la identificación taxonómica de la especie.

Procesamiento del material vegetal

Las hojas colectadas fueron lavadas con agua destilada y seleccionadas para garantizar su buen estado; después se trocearon, pesaron y se procesaron inmediatamente. La obtención del AE por hidrodestilación (HD) se realizó en un equipo de hidrodestilación del tipo *Clevenger*. Los 500 g del material vegetal se introdujeron en el balón de extracción, que tenía un contenido de 500 mL de agua destilada. El tiempo de extracción fue de 3 horas.^(8,9,10)

La obtención del AE por hidrodestilación asistida por radiación con microondas (MWHD) se llevó a cabo en un equipo de destilación tipo *Clevenger*, con un reservorio de destilación *Dean Stark* adaptado a un sistema de calentamiento por radiación de microondas, un horno microondas convencional marca Samsung, (EE. UU.), dentro del cual se colocó un balón de extracción de 4 L con 500 mL de agua destilada y 500 g del material vegetal. El tiempo de extracción fue de 3 horas.^(8,9,10)

En ambos casos los aceites esenciales obtenidos se separaron por decantación, los que fueron en el momento almacenados en viales ámbar a 4 °C hasta la realización de los análisis pertinentes.

Determinación de propiedades físicas del AE

A cada muestra de AE se le midieron las siguientes propiedades físicas:

Densidad relativa del aceite esencial a 20 °C

Para ello se utilizó un picnómetro limpio y seco de 1 mL de capacidad, se pesó al vacío en una balanza electrónica de cuatro decimales, hasta obtener un peso constante; en seguida se llenó con 1 mL del aceite esencial, se tapó y limpió el exceso de muestra. Luego, se pesó el conjunto y por diferencia de pesos se determinó la densidad relativa del AE.

$$\rho_r \left(\frac{g}{mL} \right) = \frac{[(\text{Peso del picnómetro} + \text{muestra}) - (\text{Peso del picnómetro})](g)}{\text{Volumen del aceite esencial (mL)}} \quad (1)$$

Índice de refracción de los aceites esenciales

La prueba se realizó con el refractómetro marca Sper Scientific. Con la ayuda de un capilar se depositaron dos gotas de aceite esencial sobre el prisma del refractómetro y se procedió con la lectura a 20 °C.

Solubilidad de los AE en etanol (70 % v/v): en un tubo eppendorf de 1,5 mL se adicionó 100 µL de etanol al 70 % v/v y 2 µL del AE; la mezcla se homogenizó en un vortex a 20 rpm hasta que la muestra quedó totalmente homogénea.

Rotación óptica: se preparó una disolución al 10 % (p/v) del AE en etanol (96 %). El análisis se realizó con un polarímetro *Sper Scientific*, (EE. UU.) provisto de una celda de 10 mL, a una temperatura de 20 °C y la línea D del sodio (589 nm).^(10,11,12)

Análisis del AE por cromatografía de gases/espectrómetro de masa (CG/EM)

La composición del aceite esencial se analizó con la técnica instrumental de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa (CG/EM), en un equipo CG/EM 7890A/5975C Agilent (EE. UU.), en interfase con un detector selectivo de masas HP5973 Network conectado en línea con un sistema HP-MS ChemStation y la base de datos NIST-2008.

Condiciones: como muestra se tomaron 50 µL de cada aceite esencial que se disolvieron en 450 µL de diclorometano, inyectándose 1,0 µL a modo split (20:1), la temperatura inyector fue de 250 °C, se utilizó una columna capilar HP-5MS 5 % Phenyl Methyl Silox (30 m x 250 µm x 0,25 µm), se utilizó helio (Aga-Fano) como gas de arrastre, a flujo constante de 1 mL/min, presión del gas 7,6354 psi y velocidad lineal de 36 cm/seg. La temperatura inicial fue de 45 °C incrementándose 5 °C por minuto hasta llegar a la temperatura de la línea de transferencia de 280 °C.^(10,11,12,13,14,15) La identidad de los componentes se asignó por comparación de los espectros de masas obtenidos con los presentes en la base de datos.

Medición de la actividad antioxidante de los AE

Para determinar la actividad antioxidante de cada AE se emplearon dos metodologías: DPPH[•] (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) y ABTS^{•+} (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)

Método del radical DPPH[•]

La actividad captadora de radicales libres DPPH[•] se determinó con el empleo del método descrito por Silva y otros⁽¹⁶⁾ (con algunas modificaciones, 75 µL de muestra se adicionaron a 150 µL de una disolución metanólica de DPPH[•] (100 µg/mL) y se incubaron a temperatura ambiente durante 30 min, luego se determinó espectrofotométricamente la desaparición del radical DPPH[•] a 550 nm en lector de microplacas Multiskan Ex (Thermoscientific). Se utilizó ácido ascórbico (25 µg/mL como control positivo de captación de los radicales DPPH[•]).

$$\text{Inhibición} = \frac{(A_0 - A_f)}{A_0} * 100 \quad (2)$$

Donde A_0 y A_f son los valores de absorbancia del blanco (solución de DPPH en alcohol) y la muestra (solución de DPPH más antioxidante disueltos en alcohol), respectivamente.

Método del radical ABTS^{•+}

El radical ABTS^{•+} se formó tras la reacción de 3,5 mM de ABTS con 1,25 mM de persulfato potásico (concentración final). Las muestras fueron incubadas entre 2-8 °C y en oscuridad durante 16-24 h. Una vez formado el radical ABTS se diluyó con etanol hasta obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,05$ a 734 nm. A un volumen de 190 µL de la dilución del radical ABTS se le adicionaron 10 µL de la muestra de AE y se incubó a temperatura ambiente durante 5 minutos; después se determinó espectrofotométricamente la desaparición del radical ABTS a 734 nm en el lector de microplacas Multiskan Ex (Thermoscientific). Se utilizó ácido ascórbico (4 µg/mL) como control positivo de captación de los radicales ABTS^{•+}.⁽¹⁷⁾

Análisis estadístico

Todos los ensayos se realizaron por triplicado y se siguieron los protocolos establecidos con anterioridad, los resultados se expresaron como el promedio \pm el error estándar de la media (ESM) y se analizaron mediante Prueba *t* de Student. Valores de $p < 0,05$ fueron considerados significativos.

RESULTADOS

Los AE de las hojas de eucalipto presentan una coloración translúcida. Las propiedades fisicoquímicas de estos aceites son descritas en la tabla 1.

Tabla 1 - Rendimiento y propiedades físicas de los AE de la especie *Eucalyptus globulus* Labill obtenidos a través del método de hidrodestilación por arrastre de vapor (HD) e hidrodestilación asistida por microondas (MWHD)

Análisis	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	
	HD	MWHD
Rendimiento (%)	0,72 ± 0,033 ^a	1,21 ± 0,005 ^b
Índice de refracción 20 °C	1,4751 ± 0,0055 ^a	1,4766 ± 0,0032 ^a
Solubilidad EtOH (70 % v/v)	Positiva	Positiva
Densidad (g/mL) a 20 °C	0,901 ± 0,0005 ^a	0,905 ± 0,0003 ^a

Filas sin ninguna letra en común presentaron diferencias estadísticas significativas a un nivel de confianza ($p < 0,05$).

La identificación de los componentes, los tiempos de retención y porcentajes de abundancia por CG/EM son reportados en la tabla 2. El compuesto mayoritario que se encontró fue el eucaliptol, con un porcentaje de abundancia relativa de 85,40% y 89,89% para los métodos de HD y MWHD respectivamente.

Tabla 2 - Componentes mayoritarios detectados en el AE de *Eucalyptus globulus* Labill obtenido mediante HD y MWHD

Compuesto	% Abundancia relativa , (t _R , min)	
	<i>E. globulus</i>	
	HD	MWHD
α-pineno	5,40 (9,000)	5,50 (9,050)
β-Mirceno	0,45 (11,030)	0,48 (11,568)
Eucaliptol	85,40 (14,122)	89,89 (14,333)
Linalool	0,50 (15,005)	0,55 (15,078)
α-terpineol	0,45 (19,553)	0,54 (19,788)

Tiempo de retención (tr) y abundancia relativa (%) de los aceites esenciales, identificados por comparación con espectro de masas de referencia de la base de datos NIST - 2008.

La actividad antioxidante del AE de *Eucalyptus globulus* Labill, se evaluó por dos métodos diferentes: DPPH[•] y ABTS^{•+}. Los antioxidantes pueden actuar por múltiples mecanismos, dependiendo del sistema de reacción o de la fuente radicalaria u oxidante utilizada.⁽¹⁸⁾ Los resultados se expresan como actividad antiradical o IC₅₀, la cual se define como la concentración del antioxidante que disminuye la absorción del radical a un 50 % de la cantidad inicial.⁽¹⁹⁾

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en la determinación de la capacidad antioxidante de las muestras provenientes de los AE extraídos por los métodos HD y MWHD analizadas por los métodos DPPH[•] y ABTS^{•+}.

Tabla 3 - Capacidad antioxidante del AE de *Eucalyptus globulus* Labill extraídos por los métodos HD y MWHD analizadas por los métodos DPPH[•] y ABTS^{•+}

Aceite esencial	Método de extracción	Métodos para determinar la actividad antioxidante	
		DPPH [•] IC ₅₀ (µg/mL)	ABTS ^{•+} IC ₅₀ (µg/mL)
<i>E. globulus</i>	HD	505,0 ± 0,35	100,30 ± 0,05
	MWHD	480,0 ± 0,22	96,11 ± 0,03

DISCUSIÓN

En la tabla 1 se encontraron diferencias estadísticas significativas para el rendimiento según el método de extracción empleado. Estos resultados indican que la técnica MWHD mostró ser el método más efectivo en la extracción del AE de *Eucalyptus globulus* Labill. Esto se debe a la acción de las microondas sobre las paredes glandulares que contienen el aceite esencial, lo que hace que el material vegetal se rompa más rápido y eficientemente. La hidrodestilación asistida por microondas utiliza 3 formas de transferencia de calor dentro de la muestra: la irradiación, conducción y convección. Como resultado produce calor con mayor rapidez dentro y fuera de las glándulas. Con la HD esta transferencia de calor solo puede ocurrir por conducción y convección, lo que la hace menos efectiva.^(10,12,20)

Los resultados de los análisis de CG/EM indican que en ambas metodologías obtienen componentes que aparecen a un mismo tiempo de retención y con un porcentaje de abundancia relativa similar (tabla 2). Como plantean Hoda y otros⁽⁶⁾ el eucaliptol es el componente volátil más importante y mayoritario en la mayoría de las especies de eucalipto, especialmente en *E. globulus*. Los resultados muestran que para todos los AE los valores obtenidos con el ABTS, y expresados como $\mu\text{g/mL}$, son menores que los obtenidos con la técnica del DPPH. El método de la decoloración del catión-radical ABTS⁺ es aplicable a antioxidantes lipofílicos e hidrofílicos, lo que le permite su implementación en sistemas, tanto acuosos como lipofílicos.⁽¹⁷⁾ El ABTS, además, es muy soluble en agua y químicamente estable,⁽¹⁷⁾ en cambio, el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico por lo que mide preferentemente la capacidad antioxidante de compuestos poco polares o no polares.⁽¹⁹⁾

De los AE estudiados el más promisorio, debido a que mostró actividad significativa, fue el AE de *E. globulus* obtenido por MWHD.

Se puede concluir que el aceite esencial del *Eucalyptus globulus* Labill es promisorio para diseñar productos magistrales con actividad antioxidante y su rendimiento depende del método de extracción que se utilice para obtenerlo, siendo la extracción mediante hidrodestilación asistida por microondas (MWHD) el más aceptado. Químicamente su AE contiene en su mayoría monoterpenos, de ellos el eucaliptol es el que se encuentra con un mayor porcentaje de abundancia relativa.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Cartagena y a la Corporación Universitaria Rafael Núñez e igualmente al SENA, por facilitar espacio, recursos y tiempo de los investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Matiz G, Osorio MR, Camacho F, Atencia M, Herazo J. Diseño y evaluación *in vivo* de fórmulas para acné basadas en aceites esenciales de naranja (*Citrus sinensis*), albahaca (*Ocimum basilicum* L) y ácido acético. Biomédica: Revista del Instituto Nacional de Salud. 2012;32(1):125-133.
2. Granados C., Yáñez Y, Santafé G. Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Minthostachys mollis* de Norte de Santander. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. 2012;10(1):12-23.

3. Shankar R & Mohan S. A status review on the medicinal properties of essential oils. 2014;62:250-264.
4. Stashenko E, Ruíz CA, Arias G, Durán DC, Salgar W, Cala M, Martínez MR. Lippia organoides chemotype differentiation based on essential oil GC-MS analysis and PCA. J. Sep. Sci. 2010;33 93-103.
5. Matiz G, Fuentes K, León G. Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en matrices poliméricas de almidón de ñame (*Dioscorea rotundata*) modificado. Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm. 2015;44(2):189-207.
6. Hoda F, Friedheilm M., Abdalla E, Ahmed E. Effect of extraction techniques on the chemical composition and antioxidant activity of *Eucalyptus camaldulensis* var. brevirostris leaf oils. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A. 1999;208:212-216.
7. Granados C, Santafé GG, Acevedo D. Chemical composition and evaluation of antioxidant activity of leaf essential oil *Eucalyptus camaldulensis* from Norte de Santander (Colombia). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 2015;18(1):235-240.
8. Ferhat AM, Meklati YB, Smadja J, Chemat F. An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. Journal of Chromatography A. 2006;1112:121-126.
9. Golmakani MT, Rezaei K. Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L. Food Chemistry. 2008;109:925-930.
10. Torrenegra M, Granados C, Osorio M, León G. Method comparison of hydrodistillation microwave radiation-assisted (MWHDR) front hydrodistillation (HD) in the extraction of essential oil of *Minthostachys mollis*. Inf. Tecnol. 2015;26(1):117-122.
11. Torrenegra M, Matiz G, León G, Gil J. Actividad antibacteriana in vitro de aceites esenciales frente a microorganismos implicados en el acné. Revista cubana de Farmacia. 2015 [acceso 01/07/2019];49(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000300011&lng=es
12. León G, Osorio MR, Martínez SR. Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de *Citrus Sinensis* L. Revista Cubana de Farmacia. 2015 [acceso 01/07/2019];49(4). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/far/v49n4/far14415.pdf>
13. Baharum SN, Bunawan H, Ghani MaA, Mustapha WAW, Noor NM. Analysis of the chemical composition of the essential oil of *Polygonum minus* Huds. using two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry (GC-TOF MS). Molecules. 2010;15(10):7006-15.

14. Formisano C, Oliviero F, Rigano D, Saab AM, Senatore F. Chemical composition of essential oils and in vitro antioxidant properties of extracts and essential oils of *Calamintha organifolia* and *Micromeria myrtifolia*, two Lamiaceae from the Lebanon flora. *Industrial Crops and Products*. 2014;62:405-411.
15. Matiz G, Osorio M, León G. Actividad antibacteriana *in vitro* de diecinueve aceites esenciales frente a bacterias asociadas al acné. *Revista Cubana de Farmacia*. 2015 [acceso 01/07/2019];49(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000100011&lng=es&tlng=es
16. Silva B, Andrade P, Valentao P, Ferreres F, Seabra R., Ferreira M. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) and Jam: Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem*. 2004;52:4705-4712.
17. Naranjo M, Velez LT, Rojano BA. Antioxidant activity of different grades of Colombian coffee. *Rev Cubana Plant Med*. 2011;16:164-173.
18. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem*. 2005;53:4290-4302.
19. Floegel A, Kim DO, Chung SJ, Koo SI, Chun OK. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011;24(7):1043-1048.
20. Rincón CA, Castaño JC, Ríos E. Actividad biológica de los aceites esenciales de *Acmella ciliata* (Kunth) Cass. *Rev Cubana Plant Med*. 2012;17(2):160-171.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

Contribuciones de los autores

Miladys Esther Torrenegra Alarcón: encargada de realizar los ensayos antioxidantes de los aceites esenciales. Revisión y aprobación del artículo final.

Clemente Granados Conde: encargado de realizar los procesos de extracción de los aceites esenciales, mediante las dos técnicas.

Glicerio León Méndez: encargado de realizar el análisis de la composición química de los aceites esenciales.

Financiación

El presente proyecto de investigación fue financiado por el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Investigación (SENNOVA).