

Actividad antioxidante del aceite esencial de las hojas de *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (Mill.) J.W. Moore (Myrtaceae) de Táchira - Venezuela

Antioxidant activity of essential oil of *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (Mill.) J.W. Moore (Myrtaceae) Leaves from Táchira- Venezuela

Contreras-Moreno, Billmary^{1,2,3*}; Díaz, Lorena⁴; Celis, María-Teresa²; Rojas, Janne^{1,5}; Méndez, Lucero^{1,2}; Rosenzweig Levy, Patricia⁶; Ontiveros, Jesús⁷.

¹Laboratorio “C” de Productos Naturales del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

²Laboratorio de Polímeros y Coloides (POLYCOL), Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

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

⁴Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

⁵Grupo de Investigación de Biomoléculas Orgánicas, Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

⁶Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

⁷ENSCL, Universidad de Lille, CNRS, UMR 8181, Unidad de Catalisis y Química de Sólidos, F-59000 Lille, France.

*billmary.contreras@gmail.com

Resumen

*Se evaluó la actividad antioxidante de dos aceites esenciales de diferentes densidades, obtenidos por hidrodestilación de las hojas frescas de *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (Mill.) J.W. Moore, colectadas en Táchira – Venezuela en Abril de 2012, usando el método de la capacidad secuestrante de radicales libres de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH•) mediante espectrofotometría UV-visible a una longitud de onda de 517nm, con ácido ascórbico como control (176 µg/mL). Ambos aceites mostraron porcentajes de inhibición (% I) de estos radicales, superiores al 90% a 1 mg/mL. Este es el primer reporte sobre actividad antioxidante de los aceites esenciales de diferentes densidades obtenidos de *Pimenta racemosa* var. *racemosa*. Además, los resultados revelaron a los aceites esenciales de esta especie como una alternativa promisoriosa y natural de nuevos antioxidantes.*

Palabras claves: *Pimenta racemosa* var. *racemosa*, Hojas, Aceite esencial, Actividad antioxidante.

Abstract

*Antioxidant activity of two different densities essential oils, obtained by hydrodistillation of fresh leaves of *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (Mill.) J.W. Moore, collected in Táchira – Venezuela in April 2012, were evaluated, using the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) radical scavenging method, using spectrophotometry UV-Visible at a wavelength of 517 nm, with ascorbic acid as control (176 µg/mL). Both oils showed inhibition percentages (% I) of these radicals, higher than 90% at 1 mg/mL. This is the first report concerning antioxidant activity of essential oils obtained from *Pimenta racemosa* var. *racemosa* with different densities. Furthermore, results revealed the essential oils of this species as a promising alternative and natural of new antioxidants.*

Keywords: *Pimenta racemosa* var. *racemosa*, Leaves, Essential oil, Antioxidant activity.

1 Introducción

P. racemosa var. *racemosa* (Mill.) J. W. Moore es una planta tropical de hoja perenne y porte erguido, cuya altura puede oscilar entre los 15 y 25 m, pertenece al género *Pimenta* de la familia Myrtaceae (Landrum 1986, Ogundajo y col., 2011, Weiss 2002), es conocida con diferentes nombres como: Bayrumbaum y Kronpiment (alemán); Bayrumtree, West Indian bay tree, bay, bay tree y bay-rum (inglés); Bois d'Inde y Piment couronné (francés); Bay rum, Berrón, Limoncillo, Malagueta, Pimienta de Tabasco, pepita de especia, guayabita y pimienta (español) (Aristeguieta 1973, Jirovetz y col., 2007, Ogundajo y col., 2011, Taxon-*Pimenta racemosa* 2014, Plantnames 2014, Contreras-Moreno y col., 2014a, 2014b, Tropicos, 2016). Es originaria de las Antillas y del noroeste de Suramérica, se ha introducido con éxito en el este y oeste de África e Indonesia, en el sudeste de Estados Unidos y Sri Lanka (Dupont y col., 1954, Weiss 2002, Contreras-Moreno y col., 2014a). En Venezuela se encuentra distribuida en el Distrito Capital y en los estados Táchira, Mérida, Zulia, Falcón, Lara, Sucre y Nueva Esparta (Hokche y col., 2008, Contreras-Moreno y col., 2014a, 2014b).

Esta especie arbórea posee un amplio abanico de usos. En la medicina tradicional se utilizan por sus propiedades analgésicas, antibacterianas, antiinflamatorias, antinociceptivas, antipiréticas, antisépticas, antivirales, carminativas, diaforéticas y vasodilatadoras (Longuefosse y Nossin 1996, Fernández y col., 2001, García y col., 2004, Marzouk y col., 2007, Godínez-Caraballo y Volpato 2008, Alitonou y col., 2012, D'Angelis y Negrelle 2014, Flores y Quinlan 2014). Desde el punto de vista farmacológico esta planta presenta una notable actividad antioxidante, antifúngica, antibacteriana, insecticida y esquistomicida (Cáceres y col., 1995, Aurore y col., 1998, Jirovetz y col., 2007, Lans y col., 2006, Leyva y col., 2007a, Yousif y col., 2007, Junheon y col., 2008, Tajkarimi y col., 2010, Alitonou y col., 2012, Contreras-Moreno y col., 2014b). Se usa en carpintería y ebanistería (Leyva y col., 2007b).

El uso más frecuente de esta planta es como materia prima para la obtención de esencias volátiles, para lo que se usan las hojas, las cuales al destilarse producen el aceite esencial conocido como bay leaf oil o bay rum. Generalmente, durante el proceso de destilación se obtienen dos fracciones de destilados, uno ligero y otro más pesado que el agua, las cuales se combinan para generar el aceite comercial con un alto contenido de fenoles; éste aceite no debe ser confundido con el aceite que se obtiene de las hojas de laurel, el cual también se llama bay leaf (Dupont y col., 1954, Weiss 2002, Contreras-Moreno y col., 2014a, Tisserand y Young 2014).

En la literatura se ha reportado que la especie *P. racemosa* var. *racemosa* presenta tres quimiotipos con olores característicos, debido a sus componentes mayoritarios; olor a limón rico en neral/geranial (72%); olor a anís debido a la presencia de metilchavicol/metileugenol (81%) y olor a clavo por su alto contenido de eugenol/chavicol (73%) (Abaul y

col., 1995), siendo solo el quimiotipo con aroma a “clavo” el que se produce comercialmente (Tisserans y Young, 2014).

El aceite esencial de esta especie es muy valioso para la industria cosmética, farmacéutica y de alimentos, principalmente en formulaciones de lociones para después del afeitado, jabones, cremas, perfumes, tratamientos para el cabello, tratamiento antifúngico para las aguas de acuarios y saborizantes de alimentos y productos de confitería (Weiss 2002, Jirovetz y col., 2007, Boning 2010, Ogundajo y col., 2011, Alitonou y col., 2012, Apifishcare 2015).

Los aceites esenciales por ser de origen natural en los últimos años han sido frecuentemente utilizados en diferentes áreas industriales (farmacéutica, alimentaria, sanitaria, cosmética y perfumería), siendo sus aplicaciones más recientes como antioxidantes y preservantes de alimentos y medicinas, ya sea aplicándolos como protectores de cultivos y plantas, incorporándolos en el material de embalaje de los productos, al ser menos tóxicos que los antioxidantes sintéticos de mayor uso (Mesa-Vanegas y col., 2010, Bilia y col., 2014) o incorporados en formulaciones dermocosméticas dirigidas al tratamiento y prevención de enfermedades de la piel mediadas por estrés oxidativo (Rodríguez y col., 2013).

La actividad antioxidante en general se centra principalmente en la búsqueda de compuestos capaces de capturar radicales del medio ambiente que lo rodea. Los radicales libres se producen como resultado de la oxidación celular, alteran el ADN de las células, impidiendo la renovación celular o afectando su funcionamiento. Se ha visto una relación directa entre el aumento de radicales libres y ciertas enfermedades como SIDA, cáncer, alteraciones en el sistema nervioso central y el envejecimiento precoz, por lo cual la actividad antioxidante es un ensayo que está siendo muy aplicado (Bafna y Mishra 2005, Marxen y col., 2007).

Aun cuando se ha demostrado que el aceite esencial de *P. racemosa* de Jamaica y Benin es capaz de secuestrar radicales DPPH e hidroxilos y de inhibir la peroxidación lipídica de forma casi tan eficiente como el eugenol (Jirovetz y col., 2007, Alitonou y col., 2012, Tisserans y Young 2014), no hay suficientes artículos publicados al respecto, además a la fecha tampoco existen reportes de actividad antioxidante para aceites esenciales de diferente densidad obtenidos en una misma hidrodestilación de *P. racemosa*, ni de estudios sobre actividad antioxidante para *P. racemosa* var. *racemosa* en Venezuela. Es importante tener más información sobre la capacidad antioxidante que presentan los aceites de *P. racemosa* que crecen en otras regiones a las reportadas en la literatura.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad antioxidante de dos aceites esenciales de diferentes densidades, obtenidos en 2012 por hidrodestilación de las hojas frescas de la especie *P. racemosa* var. *racemosa* tachirensis usando el método de la capacidad secuestrante de radicales libres DPPH.

2 Parte experimental

2.1 Materiales y equipos

Todos los reactivos químicos utilizados, incluyendo los disolventes fueron de grado analítico. El reactivo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) es de Sigma-Aldrich, el ácido ascórbico y metanol se obtuvieron de Merck. Los aceites esenciales de diferente densidad: liviano (AL) y pesado, (AP) ensayados en este estudio fueron obtenidos a través de la hidrodestilación de las hojas frescas recolectadas en abril 2012, en la ciudad de Rubio ubicada en el suroeste del Estado Táchira, Venezuela. La composición química, los rendimientos y otros detalles con respecto a la metodología de extracción y análisis de estos aceites fueron reportados previamente (Contreras-Moreno y col., 2014a).

Se utilizó un Espectrofotómetro UV-Visible Spectronic GENESYS 10 Bio para evaluar el comportamiento de los aceites esenciales como agentes antioxidantes.

2.2 Actividad antioxidante.

La evaluación de la capacidad antioxidante de los aceites esenciales (AL y AP) se realizó siguiendo el ensayo del test de actividad secuestrante de radicales libres del 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), según la metodología descrita por Goupy 1999, Molyneux 2004, Díaz y col., 2011, Plaza y col., 2014, en el que se usa metanol como disolvente.

Esta técnica consistió en adicionar a una alícuota de 0,2 mL de solución metanólica de aceite esencial (1 mg/mL), 2,8 mL de solución metanólica de DPPH (6×10^{-2} mM), mezcla que se agitó suavemente y se incubó en la oscuridad por 30 minutos a temperatura ambiente. La absorbancia de la solución resultante se midió usando un espectrofotómetro UV-Visible a 517 nm. El control positivo fue la mezcla de 2,8 mL de solución de DPPH (6×10^{-2} mM) con 0,2 mL del patrón de referencia (una solución metanólica de ácido ascórbico 0,176 mg/mL). El blanco del ensayo fue la alícuota de 2,8 mL de solución de DPPH (6×10^{-2} mM).

El porcentaje de inhibición (% I) de radicales libres de DPPH se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%I = [(A_0 - A_m) / A_0] \times 100$$

Donde: A_0 y A_m son los valores de las absorbancias del blanco (solución metanólica de DPPH) y de la muestra (solución metanólica de DPPH + la solución metanólica del aceite esencial), respectivamente. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

Las muestras que presentaron $\%I > 50\%$, se les determinó la mínima concentración a la cual cada uno inhibe el 50% de radicales libres de DPPH y para ello se prepararon soluciones de cada uno de los agentes antioxidantes (patrón de referencia y aceites esenciales) a concentraciones variables con la finalidad de construir curvas de % I en función de la concentración del analito y calcular por regresión lineal para cada muestra la concentración inhibitoria 50 (CI_{50}). Por razones de claridad, los resultados fueron expresados en términos de $1/CI_{50}$ o poder antiradicalario (ARP), es decir, a mayor valor de ARP, mayor será la eficiencia del aceite

esencial como antioxidante (Goupy y col., 1999, Plaza y col., 2014).

3 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con los paquetes de software Excel (Microsoft, Redmond, WA, EE.UU.) y SPSS 15.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Con la finalidad de determinar diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los analitos evaluados con la actividad antioxidante por el método de DPPH, se realizó un análisis unidireccional de varianza (ANOVA). Todos los resultados se expresaron como valores globales de media y desviación (SD) de tres mediciones paralelas.

4 Discusión y Resultados

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante realizada con el método de la capacidad secuestrante de radicales libres sobre el reactivo 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) de los aceites esenciales (AL-12 y AP-12) obtenidos de la especie *P. racemosa* var. *racemosa*, revelaron porcentajes de inhibición de estos radicales, superiores al 50%; con concentración de 1 mg/mL (Figura 1).

En general, el porcentaje de inhibición de radicales libres de DPPH (% I) de los aceites disminuyó en el siguiente orden: AP-12 > AL-12. El ácido ascórbico como control positivo reflejó el %I más alto a una concentración de 0,176 mg/mL, con un valor de 96,68% en contraste con los Aceites esenciales (Figura 1).

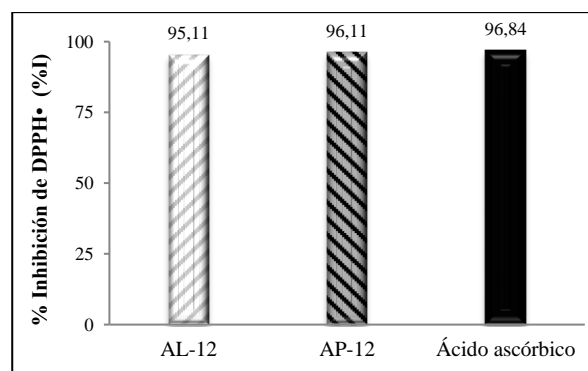


Fig. 1. Porcentaje de inhibición de radicales libres de DPPH de los aceites esenciales y ácido ascórbico.

El análisis de comparación entre los diferentes aceites esenciales (AL-12 y AP-12) da a relucir, que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre ellos, y que el mismo comportamiento ocurre cuando se compara el ácido ascórbico con cada uno de estos aceites, razón que explicaría en ambos análisis la diferencia entre los valores del %I de los aceites esenciales con el del control positivo.

Cabe destacar que el hecho de tener un $\%I > 90\%$ en los aceites esenciales, se infiera un alto poder antioxidante para cada analito, una explicación para este efecto podría indicarlo

la composición química de estos aceites esenciales, debido a que los aceites AL-12 y AP-12 mostraron como principal compuesto mayoritario la presencia de eugenol con valores de 60,4% y 82,9% respectivamente, sustancia a la que se le atribuye un alto poder antioxidante.

Las curvas de % I en función de la concentración del analito, reflejaron altas correlaciones ($R^2 > 0,93$) (Figura 2).

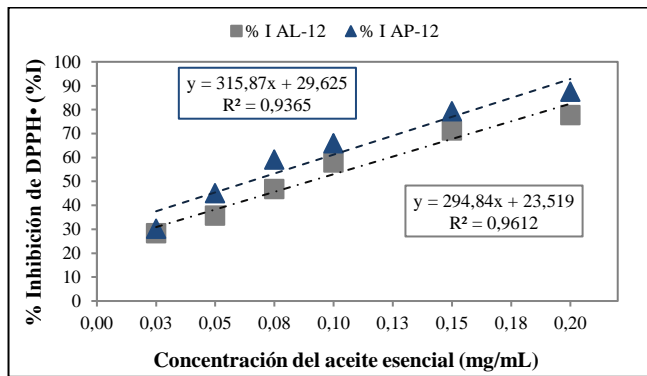


Figura 2. Curva de concentración de los aceites AL-12 y AP-12 en función del % de inhibición de DPPH•

Las curvas de % I vs concentración de aceites esenciales reflejadas en la figura 2, se construyeron hasta una concentración máxima de 0,20 mg/mL.

Como el poder captador de radicales libres de los aceites esenciales es inversamente proporcional a la CI_{50} , es decir, a menor valor de CI_{50} mayor será la capacidad antioxidante del analito, para evitar confusiones, todos los resultados se expresaron como ARP (poder antirradicalario, por sus siglas en inglés antirradical power) ó el inverso de la CI_{50} , obteniéndose resultados directamente proporcionales. Cuanto mayor sea el valor de ARP, más eficiente será el antioxidante (Goupi y col., 2009, Plaza y col., 2014) (Tabla 1).

Tabla 1. Actividad antioxidante de aceites esenciales

Analito	% I	CI_{50} (mg/mL)	ARP ($1/CI_{50}$) (mL/mg)
AL-12 (1 mg/mL)	95,11 ± 0,14	0,090 ± 0,001	11,136 ± 0,112
AP-12 (1 mg/mL)	96,11 ± 0,07	0,064 ± 0,003	15,538 ± 0,611
Ácido ascórbico (0,176 mg/mL)	96,84 ± 0,00	0,037 ± 0,003	27,178 ± 1,971

Los resultados observados en la tabla 1, demuestran en términos de ARP que el analito con mayor poder antioxidante fue AP-12 con un valor de 15,538 mL/mg, seguido por AL-12 con un valor de 11,136 mL/mg.

Cabe resaltar que todos los aceites esenciales presentaron una disminución significativa en la concentración de radicales de DPPH, debido a su capacidad de donar protones y neutralizar así los radicales libres de DPPH, por lo que podrían tomarse en cuenta a estos analitos como fuente de antioxidantes naturales. Por otro lado, de acuerdo con este

estudio se puede deducir que la capacidad antioxidante de la especie *P. racemosa* var. *racemosa* en función del aceite depende del contenido de eugenol, ya que se demuestra que el aceite con mayor contenido de eugenol presentó un mayor poder antioxidante.

En algunas investigaciones, la actividad antioxidante de los aceites esenciales ha sido atribuida a diferentes factores: (a) sus componentes volátiles mayoritarios (generalmente 2 o 3) que típicamente constituirían el 20-95% del contenido total de aceite (Asgary y col., 2013); (b) la presencia de compuestos fenólicos (Miguel 2010, Oriani y col., 2014, Kumar y col., 2010, Amorati y col., 2013, Teissedre y col., 2000, Zheng y Wang 2001, Jaramillo y col., 2012), y terpenoidales (Kumar y col., 2010, Amorati y col., 2013), aunque estén en pequeñas proporciones (Jaramillo y col., 2012) y (c) el efecto sinérgico de todas las sustancias volátiles que lo conforman (Misharina y col., 2009).

Dentro de estos parámetros de actividad antioxidante, se podría decir que la capacidad de secuestrar radicales libres de los aceites esenciales evaluados en este estudio, se debe principalmente a sus componentes mayoritarios, siendo de naturaleza fenólica y monoterpénica en el aceite liviano, AL-12 (eugenol 60,4%, chavicol 6,0%, mirceno 11,7%, limoneno 5,4%, linalol 4,4%), y de tipo fenólica para AP-12 (eugenol 82,9%, chavicol 9,3%) (Contreras-Moreno y col., 2014a). Las estructuras de tipo terpenoidal o fenólicas, son en su mayoría compuestos antioxidantes muy importantes debido a la presencia de insaturaciones y/o grupos hidroxilos, que les confiere capacidad secuestrante y/o reductora al interactuar con los electrones desapareados de los radicales libres, neutralizándolos de su alta reactividad tóxica. (Carhuapoma y col., 2007, Perico 2011).

En estudios anteriores, se demostró que los monoterpenos limoneno (Davicino y col., 2010, Marzoug y col., 2011), y linalol (Ceker y col., 2012), así como los derivados de fenilpropanoides eugenol (Gülçin 2011), metileugenol (Ozcan y col., 2010), y metilchavicol (Fard y col., 2012, Deschamps y col., 2008) poseen actividad antioxidante.

Por otra parte, los aceites esenciales que son capaces de secuestrar radicales libres pueden desempeñar un papel importante en la prevención de algunas enfermedades tales como la disfunción cerebral, cáncer, enfermedades del corazón y la decadencia del sistema inmunitario, ya que la evidencia científica existente sobre los aceites esenciales han demostrado que estas enfermedades pueden ser el resultado del daño celular causado por los radicales libres (Miguel 2010).

Es importante resaltar que en investigaciones previas ya se ha reportado actividad antioxidante para aceites esenciales extraídos de hojas de la especie *P. racemosa* en diferentes países a través del método de DPPH, obteniéndose muy buenos resultados. Jirovetz (2007) encontraron una CI_{50} de 10 μ g/mL al evaluar el aceite esencial de las hojas de una *P. racemosa* jamaicana con eugenol (45,60 %), mirceno (24,97 %) y chavicol (9,31 %) como compuestos mayoritarios. En

cambio, Alitonou (2012) reportaron una CI_{50} de 1,30 $\mu\text{g/mL}$ al ensayar el aceite esencial de las hojas de una *P. racemosa* proveniente de Benín con eugenol (51,1 %), mircenol (25,1 %), chavicol (7,5 %), limoneno (3,0 %) y 1,8-cineol (2,7 %) como componentes mayoritarios. Aunque estos resultados reflejan valores muy por debajo de los obtenidos para los aceites AL-12 y AP-12 (CI_{50} = 64 y 90 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente) con la *P. racemosa* var. *racemosa* tachirensis. Se debe tomar en cuenta varios factores que podrían explicar estas divergencias en los resultados como son: contenido de compuestos mayoritarios y orígenes de la planta, diferentes tanto de los aceites reportados en la bibliografía con los obtenidos en esta investigación, contribuciones sinérgicas de otros constituyentes a los reflejados como principales en los aceites esenciales, así como condiciones disímiles entre las metodologías de DPPH reportadas en los estudios de Jirovetz (2007) y Alitonou (2012) con las descritas para la evaluación de los aceites AL-12 y AP-12.

4 Conclusiones

Los aceites esenciales evaluados presentaron capacidad secuestrante de radicales libres con valores de CI_{50} de 0,090 mg/mL (AL-12) y 0,064 mg/mL (AP-12), siendo los primeros reportes de actividad antioxidante de aceites esenciales para *P. racemosa* var. *racemosa* en Venezuela. Por otra parte al igual que en los estudios realizados por Jirovetz (2007) los aceites esenciales de la especie *P. racemosa* var. *racemosa* tachirensis se pueden considerar como potentes antioxidantes y fuentes naturales de conservación para reducir o prevenir pérdidas debido a procesos oxidativos. Por lo que los resultados obtenidos en esta investigación con el aceite esencial de las hojas de *P. racemosa* var. *racemosa*, serían otro aporte al género *Pimenta*.

Agradecimientos

Los autores reconocen y agradecen a la Dra. Gabriela Rodríguez del Departamento de Química, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (Falcón, Venezuela), a la Dra. Claudia Plaza del Instituto de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) y a la MSc. Libia Alarcón del Grupo de Investigación GIPRONA del Núcleo Universitario Rafael Urdaneta, Universidad de Los Andes (Trujillo, Venezuela) por su colaboración durante el desarrollo de las actividades ensayadas. Los autores también desean expresar su gratitud al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela, por su apoyo económico bajo los proyectos I-1466-15-08-Ed, I-1485-17-08-AA.

Referencias

Abaul J, Bourgeois P, Bessiere JM, 1995, Chemical

composition of the essential oils of chemotypes of *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (P. Miller) JW Moore (Bois d'Inde) of Guadeloupe (FWI), Flavour Frag. J., Vol. 10, No. 5, pp. 319-321.

Alitonou GA, Noudogbessi JP, Sessou P, Tonouhewa A, Avlessi F, Menut C, Sohounhloue DC, 2012, Chemical composition and biological activities of essential oils of *Pimenta racemosa* (Mill.) JW Moore. from Benin, Int J Biosci., Vol. 2, pp. 1-12.

Amorati R, Foti MC, Valgimigli L, 2013, Antioxidant activity of essential oils, J. Agric. Food Chem., Vol. 61, No 46, pp. 10835-10847.

Apifishcare, 2015, Fecha de consulta: 26 Agosto 2015.

http://www.apifishcare.com/product.php?id=630#Vd4uifl_Oko

Aristeguieta L, 1973, Familias y Géneros de los Árboles de Venezuela. Instituto Botánico de Venezuela, Dirección de Recursos Naturales Renovables. Ministerio de agricultura y Cría. Ed. Instituto Botánico. Caracas, Venezuela. pp. 549.

Asgary S, Naderi GA, Shams Ardekani MR, Sahebkar A, Airin A, Aslani S, ... Emami SA, 2013, Chemical analysis and biological activities of *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* essential oils. Pharm. Biol., Vol. 51, No 2, pp. 137-144.

Aurore GS, Abaul J, Bourgeois P, Luc J, 1998, Antibacterial and antifungal activities of the essential oils of *Pimenta racemosa* var. *racemosa* P. Miller (JW Moore) (Myrtaceae), J Essent Oil Res., Vol. 10, No. 2, pp. 161-164.

Bafna A, Mishra S, 2005, In vitro antioxidant activity of methanol extract of rhizomes of *Curculigo orchioides* Gaertn, Ars Pharmaceutica., Vol. 46, No. 2, pp. 125-138.

Bilia AR, Guccione C, Isacchi B, Righeschi C, Firenzuoli F, Bergonzi MC, 2014, Essential oils loaded in nanosystems: a developing strategy for a successful therapeutic approach, J Evid Based Complementary Altern Med., pp. 1-14. Doi: 10.1155/2014/651593.

Boning CR, 2010, Florida's Best Herbs and Spices: Native and Exotic Plants Grown for Scent and Flavor. Ed. Pineapple Press Inc., Florida, USA. pp. 32-33.

Cáceres A, Menéndez H, Méndez E, Cohobón E, Samayoa BE, Jauregui E, Peralta E, Carrillo G, 1995, Antigonorrhoeal activity of plants used in Guatemala for the treatment of sexually transmitted diseases, J. Ethnopharmacol., Vol. 48, No. 2, pp. 85-88.

Carhuapoma M, Bonilla P, 2007, Composición química, actividad anti-*Helicobacter pylori* y antioxidante del aceite esencial de *Satureja brevicalyx* Epling" urqu muña. Trabajo de grado para optar al título de Doctor en Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, pp. 9.

Ceker S, Agar G, Nardemir G, Anar M, Kizil HE, Alpsoy L, 2012, Investigation of antioxidative and anti-genotoxic effects of *Origanum vulgare* L. essential oil on human lymphocytes in vitro, J. Essent. Oil Bear. Plants., Vol. 15, No. 6, pp. 997-1005.

Contreras-Moreno B, Rojas J, Celis M, Rojas L, Méndez L,

- Landrum L, 2014a, 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.
- Contreras-Moreno BZ, Rojas-V J, Méndez L, Celis MT, 2014b, Preliminary phytochemical screening of *Pimenta racemosa* var. *racemosa* (Myrtaceae) from Táchira – Venezuela, *Pharmacologyonline*, Vol. 2, pp. 252 – 259.
- D'Angelis ASR, Negrelle RRB, 2014, *Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum: aspectos botánicos, ecológicos, etnobotánicos e farmacológicos, *Rev. Bras. Plantas Med.*, Vol. 16, No. 3, pp. 607-617.
- Davicino R, Micucci P, Turner S, Ferraro G, Anesini C, 2010, Antioxidant activity of limonene on normal murine lymphocytes: relation to H₂O₂ modulation and cell proliferation *Basic Clin Pharmacol Toxicol.*, Vol. 106, No. 1, pp. 38-44.
- Deschamps C, Raskin I, Simon JE, 2008, Regulation of essential oil accumulation in basil (*Ocimum basilicum* L.) in response to elicitation, *Int J Pharm Pharm Sci.*, Vol. 169, No. 8, pp. 981-986.
- Díaz L, de Monjito S, Medina A, Meléndez P, Laurence V, Marti-Mestres G, 2011, Activity of ethanolic extracts leaves of *Machaerium floribundum* against acne-inducing bacteria, and their cytoprotective and antioxidant effects on fibroblast, *Rev. Per. Biol.*, Vol. 18, No 2, pp. 153–158.
- Dupont G, Dulou R, Clément M, Martínez M, 1954, Mémoires présentés à la société chimique: Études de l'huile essentielle de Bay de Porto-Rico. *Bull Soc Chim Fr*, Vol. 227, pp.1082 - 1084.
- Fard FR, Omidbaigi R, Sharifi M, Sefidkon F, Behmanesh M, 2012, Effect of methyl jasmonate on essential oil content and composition of *Agastache foeniculum*. *J. Med. Plants Res.*, Vol. 6, No. 45, pp. 701-705.
- Fernández A, Ivarez A, García MD, Sáenz MT, 2001, Anti-inflammatory effect of *Pimenta racemosa* var. *ozua* and isolation of the triterpene lupeol. *Il Farmaco*, Vol. 56, No. 4, pp. 335-338.
- Flores KE, Quinlan MB, 2014, Ethnomedicine of menstruation in rural Dominica, West Indies, *J. Ethnopharmacol.*, Vol. 153, No. 3, pp. 624-634.
- García MD, Fernandez MA, Alvarez A, Saenz MT, 2004, Antinociceptive and anti-inflammatory effect of the aqueous extract from leaves of *Pimenta racemosa* var. *ozua* (Mirtaceae), *J. Ethnopharmacol.*, Vol. 91, No. 1, pp. 69-73.
- Godínez-Caraballo D, Volpato G, 2008, Plantas medicinales que se venden en el mercado El Río, Camagüey, Cuba, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 79, pp. 243-259.
- Goupy P, Hugues M, Boivin P, Amiot M, 1999, Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds, *J. Sci. Food Agric.*, 1999, Vol. 79, No 12, pp. 1625-1634.
- Gülçin İ, 2011, Antioxidant activity of eugenol: A structure-activity relationship study, *J Med Food.*, Vol. 14, No. 9, pp. 975-985.
- Hokche O, Berry PE, Huber O, (Eds.), 2008, *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. Ed. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas Venezuela, pp. 524.
- Jaramillo BE, Duarte E, Delgado W, 2012, Bioactividad del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* colombiano, *Rev Cubana Plant Med.*, Vol. 17, No 1, pp. 54- 64.
- Jirovetz L, Buchbauer G, Stoilova I, Krastanov A, Stoyanova A, Schmidt E, 2007, Spice plants: Chemical composition and antioxidant properties of *Pimenta* Lindl. essential oils, part 2: *Pimenta racemosa* (Mill.) JW Moore leaf oil from Jamaica. *Ernaehrung Nut*, Vol. 31, No. 7/8, pp.293-300.
- Junheon K, Yeon-Suk L, Sang-Gil L, Sang-Chul S, Il-Kwon P, 2008, Fumigant antifungal activity of plant essential oils and components from West Indian bay (*Pimenta racemosa*) and thyme (*Thymus vulgaris*) oils against two phytopathogenic fungi, *Flavour Fragr J.*, Vol. 23, pp. 272 – 277.
- Kumar BH, Badarudin ANJUM, Jose A, 2010, DPPH Radical scavenging activity and antibacterial activity of *Pimenta dioica* (L.) Merr, *Oriental Journal of Chemistry*, Vol. 26, No 4, pp. 1501- 1505.
- Landrum LR, 1986, *Flora neotropica: Monograph 45*. Campomanesia, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium*, and *Luma* (Myrtaceae). Ed. New York Botanical Garden for Organization for Flora Neotropica, Vol. 45, pp. 1-178.
- Lans C, Turner N, Brauer G, Lourenco G, Georges K, 2006, Ethnoveterinary medicines used for horses in Trinidad and in British Columbia, Canada. *J. Ethnobiol. Ethnomed.*, Vol. 2, No. 1/31, pp. 1-20.
- Leyva M, Tacoronte JE, Marquetti MDC, 2007a, Composición química y efecto letal del aceite esencial de *Pimentaracemosa* (Myrtales: Myrtaceae) sobre *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae), *Rev Cubana Med Tropical.*, Vol. 59, No. 2, pp. 154-158.
- Leyva MI, Tacoronte JE, Navarro A, Montada D, Bello A, Marquetti MC, 2007b, Estudio de laboratorio del aceite esencial de *Pimenta racemosa* (Myrtales: Myrtaceae) y su posible utilización para el control de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Vol. 38, No. 1, pp. 18-19.
- Longuefosse JL, Nossin E, 1996, Medical ethnobotany survey in Martinique, *J. Ethnopharmacol.*, Vol. 53, No. 3, pp. 117-142.
- Marxen K, Heinrich V, Lippemeier S, Hintze R, Ruser A, Hansen U, 2007, Determination of dpph radical oxidation caused by methanolic extracts of some microalgal species by linear regression analysis of spectrophotometric measurements, *Sensors*, Vol. 7, pp.2080-2095.
- Marzoug HNB, Romdhane M, Lebrihi A, Mathieu F, Couderc F, Abderraba M, Bouajila J, 2011, *Eucalyptus* oleosa essential oils: chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of the oils from different plant parts (stems, leaves, flowers and fruits), *Molecules*, Vol. 16, No. 2, pp. 1695-1709.
- Marzouk MS, Moharram FA, Mohamed MA, Gamal-Eldeen AM, Aboutabl EA, 2007, Anticancer and antioxidant tannins

- from Pimenta dioica leaves, Z. Naturforsch. C Bio. Sci., Vol. 62, No. 7/8, pp. 526-536.
- Mesa-Vanegas AM, Gaviria CA, Cardona F, Sáez-Vega JA, Blair-Trujillo S, Rojano BA, 2010, Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de algunas especies del género Calophyllum, Rev Cubana Plant Med., Vol. 15, No. 2, pp. 13-26.
- Miguel MG, 2010, Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review, Molecules, Vol. 15, no. 12, pp. 9252-9287.
- Misharina TA, Terenina MB, Krikunova NI, 2009, Antioxidant properties of essential oils, Appl. Biochem. Microbiol., Vol. 45 No 6, pp. 642-647.
- Molyneux P, 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, J Sci Technol., Vol. 26, No 2, pp. 211-219.
- Ogundajo A, Owolabi, MS, Oladosu IA, Ogunwande IA, Flamini G, Yusuff KO, 2011, Volatile Constituents and Potatoes Tuber Sprout Suppressant Activity of Pimenta racemosa (Mill) J.W. Moore, African J Basic Appl Sci., Vol. 3, No. 3, pp. 92-97.
- Oriani VB, Molina G, Chiumarelli M, Pastore GM, Hubinger MD, 2014, Properties of Cassava Starch-Based Edible Coating Containing Essential Oils, J. Food Sci., Vol. 79, No 2, pp. E189-E194.
- Ozcan B, Esen M, Sangun MK, Coleri A, Caliskan M, 2010, Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of Laurus nobilis seed oil, J. Environ. Biol., Vol. 31, No. 5, pp. 637-641.
- Plantnames 2014. Fecha de consulta: 18 Enero 2014. <http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Pimenta.html#racemosa>
- Perico L, 2011, Antioxidantes de los líquenes Stereocaulon strictum (Stereocaulaceae) y Lobariella pallida (Lobariaceae) y determinación de su potencial citotoxicidad. Trabajo de grado para optar al título de Doctora en Ciencias Farmacéuticas, Universidad Nacional de Colombia. Pp. 52-57.
- Plaza CM, Díaz L, Lücking RK, Vizcayaa M, Medina GE, 2014, Antioxidant activity, total phenols and flavonoids of lichens from Venezuelan Andes, JPPRes, Vol. 2, No. 5, pp. 138-147.
- Rodríguez J, Salager JL, Forgiarini A, 2013, Evaluación del poder antioxidante de una microemulsión conteniendo queratina y aceites esenciales mediante un método optimizado de análisis, Revista Ciencia e Ingeniería, Vol. 34, No. 1, pp. 45-50.
- Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO, 2010, Antimicrobial herb and spice compounds in food, Food Control, Vol. 21, No. 9, pp. 1199-1218.
- Taxon-Pimenta racemosa, 2014, <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?28393>. Fecha de consulta: 18 Enero 2014.
- Teissedre PL, Waterhouse AL, 2000, Inhibition of oxidation of human low-density lipoproteins by phenolic substances in different essential oils varieties, J. Agric. Food Chem., Vol. 48, No 9, pp. 3801-3805.
- Tropicos 2016. Fecha de consulta: 30 Septiembre 2016. <http://www.tropicos.org/Name/22101788>.
- Tisserand R, Young R, 2013, Essential oil safety: a guide for health care professionals. Chapter 13. Essential oil profiles. Ed. Elsevier Health Sciences, 2e, China. pp. 209-210.
- Weiss EA, 2002, Spice Crops. Ed. CABI Publishing. New York, USA. pp. 131-132.
- Yousif F, Hifnawy MS, Soliman G, Boulos L, Labib T, Mahmoud S, Ramzy F, Yousif M, Hassan I, Mahmoud K, El-Hallouty SM, El-Gendy M, Gohar L, El-Manawaty M, Fayyad W, El-Menshawi BS, 2007, Large-scale in Vitro. Screening of Egyptian Native and Cultivated Plants for Schistosomicidal Activity, Pharm. Biol., Vol. 45, No. 6, pp. 501-510.
- Zheng W, Wang SY, 2001, Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs, J. Agric. Food Chem., Vol. 49, No 11, pp. 5165-5170.

Recibido: 18 de octubre de 2016

Aceptado: 12 de abril de 2017

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.

Díaz, Lorena Esmeralda: Farmacéutica, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-1985; Magister of Science en Química de Medicamentos, ULA-1999; Doctorado en Química de Medicamentos en cotutela entre la Universidad de Los Andes - Venezuela y la Universidad de Montpellier I - Francia 2011; Profesora Jubilada de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Líneas de investigación: productos naturales y biotecnológicos. Correo electrónico: loredivi@yahoo.com

Rojas, Janne: Farmacéutica, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela-1990; Magister of Science en Química de Medicamentos, ULA-1995; Ph.D. en Farmacia, University of Portsmouth, England, 2002; Profesora Jubilada de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes. Investigadora y experta en el área de productos naturales. Correo electrónico: janner@ula.ve

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. Correo electrónico: celismt@ula.ve

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

Rosenzweig L., Patricia: Licenciada en Física, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela. Magister of Science y Philosophical Doctor in Physics (PhD), ambos títulos en The University of Toledo, Department of Physics y Astronomy, Toledo, Ohio, USA. Miembro del Comité Científico Internacional de REDALYC. Miembro correspondiente de la Academia de Mérida. Profesora Titular del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Correo electrónico: patricia@ula.ve

Ontiveros, Jesús: Ingeniero Químico Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela; Magister of Science en Ingeniería Química, ULA-2010; Ph.D. en Química y Formulación, University of Lille 1, Francia, 2014; Profesor titular de la Escuela Nacional Superior de Química de Lille, Universidad de Ciencia y Tecnología de Lille. Investigador y experto en el área de formulación de emulsiones, desarrollo, caracterización y aplicaciones de nuevos surfactantes y caracterización de aceites útiles en el área agroalimentaria. Correo electrónico: jesusfontiveros@gmail.com