

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE ACEITES EN ÁRBOLES SILVESTRES Y PLANTAS JÓVENES DE *Bursera glabrifolia* (Kunth)-Engel

CHARACTERIZATION AND QUANTIFICATION OF OILS IN WILD TREES AND YOUNG PLANTS OF *Bursera glabrifolia* (Kunth)-Engel

§José Raymundo Enríquez del Valle^{ORCID}, Gerardo Rodríguez-Ortiz^{ORCID}, Bartolomé Jarquín Ríos^{ORCID}, Gisela Virginia Campos Ángeles^{ORCID}

Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca (ITVO). Ex hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233. §Autor de correspondencia: (jose.ev@voaxaca.tecnm.mx)

RESUMEN

En el estado de Oaxaca, México, los árboles de *Bursera glabrifolia* se usan de cercos vivos y retenedores de suelo. La madera se usa para elaborar artesanías y las partes vegetativas tienen uso medicinal. Actualmente, la elaboración de artesanías depende del abastecimiento de materia prima de poblaciones silvestres de *B. glabrifolia*. Gran parte del material es desechado, como hojas, ramillas, ramas y corteza. El objetivo del presente estudio fue extraer y caracterizar aceites (AE), en hojas y corteza de árboles jóvenes en vivero y en árboles silvestres cuantificar el rendimiento de aceites en campo. Durante 2015 en la comunidad de Santo Tomas Jalieza, Oaxaca, se tomaron datos de altura, diámetro del tallo y volumen a 70 árboles. Muestras de hojas y corteza fueron colectadas de árboles silvestres, puestas en bolsas de polietileno y en hielera, para su transporte a laboratorio, donde las muestras se pesaron y sometieron a hidroddestilación con aparatos tipo Clavenger y posteriormente fueron analizadas por GC-MS. Se obtuvo el 0.0869 % y el 0.16199 % de AE para hojas y corteza, respectivamente. Los principales componentes de los AE en hojas fueron: Bicyclo [3.1.1]heptano, 6,6-dimetil-2-metileno-(IS)- (17.18 %), beta-Pineno (17.166 %), alfa-felandreno y IR-alfa -Pineno (16.6 %). De los AE en corteza fueron: alfa-Pineno (25.974 %) y Bicyclo[3.1.1]heptano, 6,6-dimetil-2-metileno- (IS)- (12.329 %). Los 70 árboles en campo tienen volumen de corteza total de 0.26 m³ y generan un contenido de aceite de 0.388 kg. Los componentes de AE identificados pueden tener uso y aplicaciones.

Palabras clave: *Bursera glabrifolia*, aceites esenciales, caracterización de aceites, rendimiento de aceites, extracción de aceites.

ABSTRACT

In Oaxaca State the *Bursera glabrifolia* plants are used as green fences and soil conservation. The wood is used to make crafts, and vegetative parts have medicinal use. Currently, the elaboration of handicrafts depends on the supply of raw material from wild populations of *Bursera glabrifolia*, carried out in an unplanned manner. Much of the material is discarded, such as leaves, twigs, branches and bark. The objective of this work was to extract and characterize essential oils (EO), in leaves and bark of trees and to quantify the yield in the field. In 2015 in the community of Santo Tomas Jalieza, Oaxaca, data of height, stem diameter and volume from 70 wild trees were taken. Leaves and bark samples were collected, placed in polythene bags and cooled. These samples were weighed and subjected to hydrodistillation with Clavenger type apparatus and then analyzed by GC-MS. The 0.0869 % and 0.16199 % of leaves and bark were EO. The main components of the EO in leaves: Bicyclo [3.1.1] heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (IS) - (17.18 %), beta-Pinene (17,166 %), alpha-phellandrène and IR-.alpha.-Pinene (16.6 %). The EO in bark were: .alpha.-Pinene (25: 974 %) and Bicyclo [3.1.1] heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (IS) - (12.329 %). The 70 trees in field had a total volume of 0.26 m³ bark and generate a content of 0.388 kg of essential oil.

Search the essential oil application is recommended.

Index words: *Bursera glabrifolia*, essential oils, oils characterization, oils yield, oils extraction.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Bursera* son características de las selvas bajas caducifolias y ecosistemas áridos (Rzedowski, Medina & Calderón, 2005), con extensa distribución en México. La mayor cantidad de especies de este género se encuentran en territorios de Oaxaca, Puebla, Chiapas y Guerrero (Rzedowski y Calderón, 2000, 2009), particularmente en la cuenca del río Balsas, cuenca del río Papaloapan, Valle de Tehuacán – Cuicatlán (De La Cerda, 2011), En el estado de Campeche, *Bursera simaruba* es una especie dominante en la selva baja caducifolia y selva baja subcaducifolia (Dzib-Castillo, Chantásig-Vaca & González-Valdivia, 2014), y se les da un amplio uso en las comunidades rurales oaxaqueñas (Victoria, 2012), los cuales generan ingresos para los comuneros artesanos (Torres, Ruiz & Ramos, 2013). Las actividades antrópicas ponen en riesgo la población silvestre existente (García-Estrada, Peña-Sánchez y Colín-Martínez, 2015; Rivas-Arancibia et al., 2015) y se considera necesario diseñar e implementar planes de manejo de las poblaciones naturales, reforestaciones y plantaciones.

Los árboles del género *Bursera* producen resinas aromáticas, con uso potencial como antibacteriano, antifúngico, antioxidante y antiinflamatorio (Hernández, et. al., 2015). Los aceites esenciales (AE) son mezclas de compuestos que pertenecen a la familia de los terpenos y sesquiterpenos y las resinas son obtenidas mediante la incisión a los árboles o mediante la destilación de esencias hasta lograr una sustancia espesa, las cuales son un complejo de glúcidos, ácidos orgánicos, esteroides, alcoholes y esencias terpénicas. Los AE obtenidos de *B. simaruba* (L.) Sarg. poseen características para su potencial uso como aditivo para la conservación de alimentos o

poseer efectos anti inflamatorios (Carretero et al., 2008). Los AE que se obtienen de *B. graveolens* Triana & Planch han mostrado efectos antimicrobianos (Lujan-Hidalgo et al., 2012), los obtenidos de *B. copallifera* (D. C.) Bullock y *B. grandifolia* (Schltdl.) muestran actividad bioinsecticida (Aldana, Salinas, Valdés, Gutiérrez y Valladores et al., 2010), los de *Bursera morelensis* Ramírez muestran propiedades antibacterianas (Hernández et al., 2015), los obtenidos de *B. aleoxygenon* muestran propiedades antifúngica, antiinflamatoria y antioxidante (Queiroga, Teixeira, Baesa y de Magalhães, 2007).

Los AE de otras especies como es el caso de *Schinus molle* L. se les ha encontrado aplicación sobre el control de piojos (Gutierrez, Stefanazzi, Werdin, Benzi y Ferrero, 2009). Bedini et al. (2016), usaron AE de *Cannabis sativa* L. en el control biológico de mosquito, Sánchez et al. (2011), encontraron efectos antimicrobianos y antifúngicos en *Piper marginatum* Jacq. y que podrían tener amplias aplicaciones en las actividades agrícolas, idea que Baubaker et al. (2016), a partir de datos derivados de experimentos con aceite de Timo. Nolzco, Téllez & Ccapa (2015), han encontrado que los AE de orégano funcionan como conservador del aceite de oliva; Zantar et al. (2015) encontraron en *Thymus vulgaris* L. y *Mentha pulegium* JLF propiedades antioxidantes, citotóxicas, antifúngica, antiparasitaria y antibacteriana en *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown, *Lippia origanoides* H. V. K. y *Phyla dulcis* Trev. (Celis, Escobar, Izasa, Stashenko & Martínez, 2007). Castañeda, Muñoz Stashenko (2007) mencionan que sustancias obtenidas de *lippias* y otras plantas aromáticas colombianas poseen características que serían de gran utilidad para las industrias de aromatizantes, jabones, artículos de limpieza, perfumería, alimentos y química.

En especies de *Bursera* estudiadas por Moreno, Rojas, Aparicio, Marco, y Usubillaga (2010), los principales AE que reportan en la corteza de *B. tomentosa* (Jacq). Triana y Planch. son spatulenol (11.4 %), globulol (8.9 %), epi - cadinol (8.8 %)

y cis-ocimeno (7.3 %). Otros compuestos identificados fueron bicyclogermacrene (6.6 %), I-nonano (6.4 %) y β -selineno (3.9 %). Por su parte Muñoz-Acevedo et al.(2013), que en hojas, encontraron AE tales como: germacreno D (20.7 %), trans--cariofileno (18.0 %), viridiflorol (8.0%), limoneno (6.6 %), linalol (6.5 %) y dendrolasina (5.3 %), en ramas: mentofuranona (43.9 %), iso-mentofuranona (6.8 %), 3-hidroxi-mentofuranona (6.2 %). Por otro lado, los análisis en la corteza del tallo reportan: mentofuranona (44.6 %), 3-hidroxi-mentofuranona (16.2 %), iso-mentofuranona 4. Así mismo Lujan-Hidalgo et al. (2012), en hojas de la misma especie determinaron que contienen: limoneno (42.90 %), β -ocimeno (17.39 %), β -elemeno (11.82 %), mentofuran (6.79 %). Leyva, Martínez & Stashenko (2007), en hojas de la misma especie, detectaron los AE: limoneno (48.3 %), óxido de cariofileno (13.6 %) y trans-cariofileno (8.1 %); y en tallo se encontraron limoneno (42.1 %), mircenol (19.8 %) y mentofurano (14.7 %).

En una misma especie, los órganos vegetales muestran variación en los contenidos y composición relativos de AE según su estado de desarrollo y debido a condiciones de crecimiento (Tangarife-Castro et al., 2011; Butcher, Doran y Slee, 1994). Las plantas medicinales y aromáticas representan una alternativa de uso en la industria farmacológica y de control biológico, por lo tanto, para poder emitir juicios del uso potencial de los AE de *B. glabrifolia*, es necesario describir los principales componentes tanto en hojas como en corteza y de ahí partir a posibles aplicaciones (Quiroz y Magaña, 2015). En las comunidades oaxaqueñas en que se usa la madera para elaborar artesanías no usan la corteza, hojas y ramas del árbol, las que podrían ser aprovechados para la extracción de resinas que contienen aceites. En agroindustrias de frutas de Colombia, Yepes, Montoya y Orozco (2008) proponen usar residuos de frutas para la extracción de aceites esenciales. Rojas, Perea y Stashenko (2009), Navarrete, Gil, Durango y García (2010) y Cerón-Salazar y Cardona-Alzate (2011), demostraron que el aprovechamiento de los residuos de

industrialización de cítricos es posible obtener AE y pectinas, mismos que tienen una importante demanda en la industria de alimentos, farmacéutica y de cosméticos. Los residuos de copal blanco representan un recurso no aprovechado y que es necesario indagar sobre las aplicaciones potenciales de estos, por ello el objetivo del presente estudio fue extraer y caracterizar aceites (AE), en hojas y corteza de árboles jóvenes en vivero y en árboles silvestres cuantificar el rendimiento de aceites en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Extracción y caracterización de aceites

El presente trabajo se llevó a cabo durante los meses de febrero a junio de 2016, en el Laboratorio de Fisiología Vegetal, Unidad de Biotecnología y Prototipos, UBIPRO, de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, durante el periodo de marzo a julio del 2015 se propagaron plantas de *B. glabrifolia* mediante enraizado de estacas en condiciones de invernadero. Cuando transcurrieron 60 días y las estacas habían formado raíces, se extrajeron del sustrato y fueron puestas individualmente en contenedores de polietileno con 6 dm³ de sustrato; y se establecieron en vivero en donde recibieron un riego a la semana. De estas plantas se obtuvieron muestras de hojas y ramillas, para la extracción de aceites esenciales. También se obtuvieron muestras de corteza de árboles silvestres en la comunidad de Santo Tomás Jalieza, Ocotlán, Oaxaca (16 50' y 16° 55'N, 96 40' y 96 35' O, a una altitud de 1510 m).

El material vegetal se colocó en bolsas de polietileno transparente y en hielera para evitar la deshidratación de las mismas y se trasladaron al laboratorio UBIPRO. El material vegetal se pesó mediante balanza granataria con precisión de 0.1 mg, posteriormente se seccionó en fragmentos pequeños y se colocó en un matraz de bola de cuello esmerilado con capacidad de 1 L, esto con

la finalidad de conocer el rendimiento por unidad de peso de la muestra. El contenido se calentó hasta ebullición en una parrilla eléctrica marca Thermo Scientific Cimarec, modelo HPI31225. El destilado se condensó en un condensador espiral. El aceite que se obtuvo fue colocado en tubo de ensayo para pesarlo en una balanza analítica. AND HR-300 de 0.1 mg-310 g, con micro pipetas graduadas de 2.5 μ L.

Los AE se caracterizaron mediante cromatografía de gases (modelo 6850 Agilent Technologies) acoplado a un espectrofotómetro de masas (5975C Agilent Technologies) con columna capilar (HP-5MS de 30 m con un diámetro de 250 μ m, 0.25 μ m de película). La temperatura inicial de la columna fue 70 °C durante 21 min, en el proceso de volatilización alcanzó hasta los 290 °C. El gas acarreador fue Helio con flujo constante de 1.2 mL/min.

Estimación del contenido de AE en la corteza de árboles en pie

En los predios de la comunidad de Santo Tomas Jalieza se seleccionaron al azar 70 árboles a cada uno de los cuales se midió el diámetro de la base del árbol (cm) mediante cinta diamétrica, la altura (m) se midió con flexómetro de 5 m, trepando al árbol y haciendo la medición desde la base hasta el ápice del árbol, el diámetro o ancho de copa (m) se midió con flexómetro graduado a 5 m, ubicándose en las puntas de las ramas laterales de un extremo a otro del árbol. Se midieron todos los segmentos del árbol a partir de la base, midiendo el diámetro basal y el diámetro a la primera bifurcación y la longitud de esta troza del árbol, así sucesivamente a todas las fracciones del árbol, desde la primera bifurcación hasta las yemas apicales. En las ramas delgadas y ramillas se midió diámetro mediante un vernier graduado marca Pretul® con capacidad de 6 cm. También se midió con vernier graduado el grosor de la corteza de los árboles, con el fin de obtener el volumen de la corteza y estimar el volumen de madera con y sin corteza. Se obtuvo el volumen de los segmentos mediante la fórmula de Smalian.

$$Vol = \left(\left((0.7854 * \frac{D1}{100})^2 \oplus (0.7854 * \frac{D2}{100})^2 \right) \div 2 \right) * Long$$

Vol: volumen total (m³) 0.7854: factor obtenido de $\pi/4$, D1: diámetro inicial de la sección o troza del árbol (m), D2: diámetro final de la sección o troza del árbol (m) y Long: longitud de la sección o troza del árbol (m).

La cantidad de aceite se calculó como rendimiento en porcentaje también con la fórmula siguiente: $R = \frac{MFA}{MIM} * 100$

Donde: MFA: Masa final de aceite extraído (g) y MIM: masa inicial de muestra del tejido vegetal (g).

Análisis de datos

Se les obtuvo promedio y desviación estándar del peso de la muestra y del rendimiento de AE en las muestras analizadas en corteza y hojas. Con el rendimiento obtenido en las muestras, se extrapoló el contenido de aceites a árboles en pie, tomando como muestra un peso y volumen de corteza conocidos. Se analizó el efecto de la categoría diamétrica basal, de altura y del área de copa sobre el rendimiento del contenido de aceites, utilizando la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis ($\alpha = 0.05$) mediante el programa estadístico SAS® 9.0 para conocer la influencia de éstas sobre el rendimiento y contenido de aceites.

RESULTADOS

Rendimientos en muestra de corteza y hojas

Las muestras foliares y corteza que se sometieron a hidrodestilación presentan variaciones en cuanto a sus rendimientos de aceites esenciales, atribuidos probablemente a la concentración de las mismas en las etapas de desarrollo del árbol. En las diversas muestras de corteza sus promedios no varían mucho y por lo tanto en el rendimiento; sin embargo, los contenidos de AE en las hojas y ramillas presenta mayor desviación estándar (DE = 0.49) (Tabla I).

Tabla 1. Rendimientos de aceites esenciales obtenidos de corteza de árboles silvestres y hojas de árboles jóvenes en vivero de *Bursera glabrifolia*.

No.	Corteza				Hojas y ramillas herbáceas			
	Muestra	Rendimiento de aceite en muestra			Muestra	Rendimiento de aceite en muestra		
	(g)	(g)	(g kg ⁻¹)	(%)	(g)	(g)	(g kg ⁻¹)	(%)
1	237.86	0.13	0.55	55	181.9	0.17	0.96	0.09
2	228	0.16	0.69	69	144.5	0.28	1.93	0.19
3	230	0.22	0.94	94	135.6	0.25	1.85	0.18
4	226.3	0.3	1.32	132	116.5	0.23	2.01	0.20
Media	230.54	0.2	0.87	72.67	144.63	0.23	1.69	0.16
DE	5.11	0.07	0.34	28.91	27.46	0.04	0.49	0.02

DE = desviación estándar.

Los árboles muestreados en campo presentaron en promedio 3.27 m de altura, 16.72 cm de diámetro basal, área basal de 0.038 m², diámetro de copa de 3.08 m y área de copa de 9.3 m². El total de 70 árboles generaron un volumen total de 10.32 m³ de madera, un volumen sin corteza de 10.060 m³ y un volumen de corteza de 0.26 m³; en este sentido el total de la corteza genera 0.388 kg de AE. Mediante la prueba de Kruskal Wallis ($\alpha=$

0.05) se encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento, el cual depende ampliamente de las características del arbolado como el diámetro basal (0.0002), altura total (0.0001) y área de copa (0.0001). Se encontró que el diámetro, altura total y el área de copa presentan una mayor variabilidad en los rangos de valores menores, lo que hace suponer que cuando un árbol tiene mayor diámetro basal, altura y área de copa, tiene mayor contenido de AE (**Tabla 2**).

Tabla 2. Estadísticos básicos para categorías diámetro basal, altura total y área de copa en árboles silvestres de *Bursera glabrifolia*.

Variable	Rangos	Media	Desviación estándar
Diámetro basal (cm)	≤21	19.22	0.876
	>21 ≤41	40.7	0.270
	>41	54	0.587
Altura (m)	≤2.5	1.937	0.898
	>2.5 ≤3.8	3.744	0.903
	>3.8 ≤5.1	5.014	0.260
	>5.1	5.257	0.714
Área de copa (m ²)	≤12	2.752	0.854
	>12 ≤24	17.33	0.801
	>24	27.6	0.662

Por otro lado, usando las muestras foliares y ramillas de plantas propagadas por estacas, en un 1 kg de hojas podría obtenerse 0.87 g de aceite esencial. Del total de AE obtenidos de la corteza, el 25.974 % corresponde a alfa-Pineno, el 12.329% es Bicyclo[3.1.1]heptano, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (IS)- y 1.836 % correspondió a Copaeno, característico de los contenidos en AE de este género (**Tabla 3**). Las hojas muestran

diferente concentración de los compuestos en sus AE, siendo más abundante el Bicyclo[3.1.1]heptano, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (IS)- con 17.18 % del contenido, seguido por .beta-Pineno con 17.166 %, los compuestos .alpha-Phellandreno y IR-.alpha-Pineno con valores de 16.6 %; el Copaeno que es característico de las especies de *Bursera* tiene una concentración de tan solo 1.084 % (**Tabla 4**).

Tabla 3. Contenido de aceites esenciales en muestras de corteza de *Bursera glabrifolia*.

N°	Compuesto	C (%)	M (%)
1	alfa-Pineno	95	25.974
2	Bicyclo [3.1.1]heptano, 6,6-dimetil-2-metileno-, (IS)-	97	12.329
3	1,7,7-trimetil-bicyclo[2.2.1]heptil-2-ester	99	9.380
4	Benzaldehido, 4-(1-metiletil)-	98	6.607
5	Acetato de Bornilo	99	6.168
6	beta-felandreno	91	4.230
7	1,4-Ciclohexadien, 1-metil-4-isopropil	94	3.514
8	1-metil-2-isopropil benceno	91	3.144
9	D-Limoneno	94	2.643
10	Bicyclo[3.1.0]hex-2-eno, 4-metil-1-isopropil	91	2.506
11	Camfeno	97	2.230
12	1,6-Ciclododecadieno, 1-metil-5-metilene-8-isopropilo	96	2.153
13	Limoneno	94	2.114
14	IR-alfa-Pineno	95	1.917
15	Copaeno	99	1.836

C: Porcentaje de confiabilidad de compuestos, M: Porcentaje total en la masa.

Tabla 4. Contenido de aceites esenciales en muestras de hojas y ramillas de *Bursera glabrifolia*.

N°	Compuesto	C (%)	M (%)
1	Bicyclo[3.1.1]heptano, 6,6-dimetil-2-metilenoleno	97	17.18
2	beta-Pineno	94	17.166
3	alfa-felandreno	92	16.692
4	IR-alfa-Pineno	95	16.603
5	1,6-Ciclododecadieno, 1-metil-5-metilen-8-isopropil	97	21.452
6	Limoneno	94	3.000
7	Ciclohexano, 1-metil-4-isopropil	94	2.819
8	Caryofileno	99	2.481
9	Copaeno	99	1.084

C: Porcentaje de confiabilidad de compuestos, M: Porcentaje total en la masa.

DISCUSIÓN

Las muestras de hojas y corteza de copal blanco (*B. glabrifolia*) variaron notablemente en sus contenidos de aceites esenciales extraídos, ya que los componentes del árbol varían en contenido concentración y tipo de los componentes de AE en relación a las etapas de desarrollo y calidad de sitio (Tangarife-Castro et al., 2011). Los rendimientos promedio en hojas fueron de 0.086 % por muestra de 230.25 g. Y el rendimiento en corteza fue de 0.16198 % por muestra de 144.62 g. Resultados son comparables con Leyva et al. (2007), quienes en *B. graveolens* usaron hidrodestilación asistida aplicada a muestras de aproximadamente 100 g y obtuvieron que el 0.13 % y 0.14 % del peso de hojas y tallos correspondió a AE, respectivamente. De acuerdo con Cerón-Salazar y Cardona-Alzate (2011), el caso de aprovechamiento de residuos cítricos de una muestra de un kilogramo de cáscara se obtuvo 10 mL de aceite esencial en 4.5 horas. Rojas et al. (2009), quienes de diferentes cítricos obtuvieron rendimientos, en pomelo de 0.23 %, toronja de 0.07 %, naranja de 0.19 y mandarina entre 0.06 y 0.14 %, usando hidrodestilación asistida por microondas. Navarrete et al. (2010), usando arrastre de vapor de agua, en *Citrus medica* obtuvieron 0.24 % de aceites esenciales y *Paphiopedilum callosum* 0.30 % usando 5 kg de muestra vegetal.

En el presente experimento se requirieron hasta 12 h para la extracción aplicando el procedimiento de hidrodestilación, mientras que Gavahian, Farhoosh, Javidnia, Shahidi y Farahnaky (2015), en extracción de AE de *Mentha piperita* L. mencionan que sus tiempos fueron de 13.54 y 19.71 minutos usando hidrodestilación asistida por óhmica (OAH), procedimiento que no perjudica el contenido de los aceites. Sayadeh, Abdollah y Mohammad (2015) evaluaron diferentes métodos de extracción de AE en *Satureja bachtiarica* Bunge. en los que varía el rendimiento y en otras la composición de los componentes, sus muestras fueron de 100 g y sus rendimientos variables entre 0.01 a 1.4 g de AE.

De los aceites extraídos de hojas, y que se analizaron mediante cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas, se identificó un total de 42 compuestos. De los principales componentes no fue posible encontrar similitudes en especies del género *Bursera*, sin embargo, en *B. graveolens*, Moreno et al. (2010), reportan biciclogermacrene y α -cadinol en aceite. Muñoz-Acevedo et al. (2013), en frutos, ramas y resina encontraron la presencia de limoneno, mientras que en hojas hubo germacrene. En *B. graveolens* Lujan-Hidalgo et al. (2012), en hojas encontraron limoneno, copaeno, y α -pineno, beta pineno. Leyva et al. (2007), en hojas de *B. graveolens* encontraron altos contenidos de caryophyllene oxide. Evans y Becerra (2006), en *B. chemapodicta* encontraron solo a caryophyllene como componente similar en aceites de hojas y ramillas.

En la groindustria colombiana en que se generan residuos de cítricos, tales como cáscaras de naranja, se busca el aprovechamiento de dichos residuos de los que es posible extraer limoneno y α -pineno, que son los principales componentes de los AE (Cerón-Salazar y Cardona-Alzate, 2011); por otra parte Navarrete et al. (2010), encontraron en los AE de residuos de mandarina α -pineno, beta pineno y limoneno, similares en otros cítricos (mandarina, toronja, naranja y pomelo) Rojas et al. (2009). Bedini et al. (2016), en *Cannabis sativa* y *Humulus lupulus* encontraron (α -pineno, camfeno, beta pineno, α -pellandreno, limoneno, óxido de cariofileno, α -cadinol entre otros) los cuales son usados como agentes naturales de control biológico.

De las plantas de *Bursera* analizadas que actualmente se usan para elaborar artesanías, los compuestos que contienen es posible su uso en medicina (Castañeda et al., 2007), que se considera una oportunidad productiva que se complementa a la industria artesanal (Moreno et al., 2010).

CONCLUSIONES

El 0.086 % y 0.16198 % del peso de muestras de hojas-ramillas herbáceas y corteza de *Bursera glabrifolia*, correspondió a aceites esenciales que representan una alternativa de aprovechamiento de la especie, ya que actualmente gran parte del material vegetal de desecho por los artesanos. Los principales aceites esenciales encontrados en material foliar y ramillas fueron Bicycl [3.1.1]heptano, 6,6-dimetil-1-2-metileno-(IS)- (17.18 %), beta-Pineno (17.16 %) y alfa-felandreno (16.6 %) que en total representaron el 51.18 % de los aceites, en la corteza se obtuvieron alfa-Pineno (25.9 %), Bicyclo[3.1.1]heptano, 6,6-dimetil-2-metileno- (IS) (12.32 %) y 1,7,7-trimetil-bicyclo[2.2.1]heptil-2 éster (9.3 %) que representaron el 47.52 % de los aceites obtenidos. Por lo que la minuciosa búsqueda de la aplicación de cada componente de los aceites esenciales representaría una oportunidad en el mercado.

REFERENCIAS

- Aldana, L. Ll., Salinas, D.O.S., Valdés, M.E.E., Gutiérrez, M.O. & Valladores, M.G.C. (2010). Evaluación bioinsecticida de extractos de *Bursera copallifera* (D.C.) bullock y *Bursera grandifolia* (SCHLTDL.) Engl. en gusano cogollero Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Polibotanica*, 29, 149-158.
<https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/805/I027>
- Baubaker, H., Karim, H., El Hamdaoui, A., Msanda, F., Leach, D., Bombarda, I., Vanloot, P., Abbad, A., Boudyach, E. H. and Ait Aoumar B.A. (2016). Chemical characterization and antifungal activities of four *Thymus* species essential oils against postharvest fungal pathogens of citrus. *Industrial Crops and Products*, 86, 95–101.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.036>
- Bedini, S., Flamini, G., Cosci, F., Ascrizzi, R., Benelli, G. and Barbara, C. (2016). *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus* essential oils as novel control tools against the invasive mosquito *Aedes albopictus* and fresh watersnail *Physella acuta*. *Industrial Crops and Products*, 85, 318–323.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.008>
- Butcher, P. A., Doran, J. C. and Slee, M.U. (1994). Intraspecific variation in leaf oils of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 22 (4), 419-430.
[https://doi.org/10.1016/0305-1978\(94\)90033-7](https://doi.org/10.1016/0305-1978(94)90033-7)
- Carretero, M. E., López-Pérez, J.L., Abad, M.J., Bermejo, P., Tillet, S. and Noguera-P.B. (2008). Preliminary study of the anti-inflammatory activity of hexane extract and fractions from *Bursera simaruba* (Linneo) Sarg. (Burseraceae) leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), 11–15.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.10.034>
- Castañeda, M. L., Muñoz, A. & Stashenko, E.E. (2007). Estudio de la composición química y la actividad biológica de los aceites esenciales de diez plantas aromáticas Colombianas. *Scientia et Technica*, 33, 165-166.
<https://doi.org/10.22517/23447214.5845>
- Celis, C.N., Escobar, R.P., Izasa, J.H., Stashenko, E. & Martínez, J.R. (2007). Estudio comparativo de la composición y actividad biológica de los aceites esenciales extraídos de *Lippia alba*, *Lippia origanoides* y *Phyla dulcis*, especies de la familia Verbenaceae. *Scientia et Technica*, 33, 103-105.
<https://doi.org/10.22517/23447214.6131>
- Cerón-Salazar, I. & Cardona-Alzate, C. (2011). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de la cáscara de naranja. *Ingeniería y Ciencia*, 7(13), 65-86.
<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/401/401>
- De La Cerda, L.M.E. (2011). La familia Burseraceae en el estado de Aguascalientes, México. *Acta Botánica Mexicana*, 94, 1-25.
<https://abm.ojs.incol.mx/index.php/abm/article/view/269/399>

- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C. & González-Valdivia, N.A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 167-178. <https://doi.org/10.7550/rmb.38706>
- Evans, P.H. and Becerra J.X. (2006). Non-terpenoid essential oils from *Bursera chemapodicta*. *Flavour and Fragrance Journal*, 21, 616-618. <https://doi.org/10.1002/ffj.1626>
- García-Estrada, C., Peña-Sánchez, A.Y. & Colín-Martínez, H. (2015). Diversidad de mamíferos pequeños en dos sitios con diferente grado de alteración en la Sierra Sur, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 1014-1023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.011>
- Gavahian, M., Farhoosh, R., Javidnia, K., Shahidi, F. and Farahnaky, A. (2015). Effect of applied voltage and frequency on extraction parameters and extracted essential oils from *Mentha piperita* by ohmic assisted hydrodistillation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.02.003>
- Gutierrez, M. M., Stefanazzi, N., Werdin, J.O.G., Benzi, V. & Ferrero, A.A. (2009). Actividad fumigante de aceites esenciales de *Schinus molle* (Anacardiaceae) y *Tagetes terniflora* (Asteraceae) sobre adultos de *Pediculus humanus capitis* (Insecta; Anoplura; Pediculidae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(3), 176-179. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85611774012>
- Hernández, T., García-Bores, A.M., Serrano, R., Ávila, G., Dávila, P., Cervantes, H., Peñalosa, I., Flores-Ortiz, C.M. & Lira, R. (2015). Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 18(2), 116-121. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2015.09.003>
- Leyva, M. A., Martínez, J.R. & Stashenco, E.E. (2007). Composición química del aceite esencial de hojas y tallos de *Bursera graveolens* (Burseraceae) de Colombia. *Scientia et Technica*, 33, 201-202. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revista-ciencia/article/view/6099/3273>
- Lujan-Hidalgo, M. C., Gutierrez-Miceli, F. A., Ventura-Canseco, L. M. C., Denooen, L., Mendoza-López, M. R., Cruz-Sánchez, S., Garcia-Barradas, O. & Abud-Archila, M. (2012). Composición química y actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de hojas de *Bursera graveolens* y *Taxodium mucronatum* de Chiapas, México. *Gayana Botánica*, 69, 7-14. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.33758>
- Moreno, J., Rojas, L.B., Aparicio, R., Marco, L.M. and Usubillaga, A. (2010). Chemical composition of the essential oil from the bark *Bursera tomentosa* (Jacq) Tr & Planch. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(6), 491- 494. <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfR.ed.jsp?;Cve=85615688010>
- Muñoz-Acevedo, A., Serrano-Uribe, A., Parra-Navas, X.J., Olivares-Escobar, L.A. & Niño-Porras, M.E. (2013). Análisis multivariable y variabilidad química de los metabolitos volátiles presentes en las partes aéreas y la resina de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. de Soledad (Atlántico, Colombia). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(3), 322-337. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85626383008>
- Navarrete, C., Gil, J., Durango, D. & García, C. (2010). Caracterización y extracción de aceites esenciales de mandarina obtenido de residuos agroindustriales. *Dyna*, 77 (162), 85-92. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7678229>

- Nolazco, C.D., Téllez, M.L. & Ccapa, R.K. (2015). Influencia de la concentración de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) en el tiempo de vida en anaquel del aceite de oliva (*Olea europea*) extravirgen. *Ingeniería Industrial*, 33, 251-263. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337443854011.pdf>
- Queiroga, C. L., Teixeira, D.M.C., Baesa, R.B. and de Magalhães P.M. (2007). Linalool production from the leaves of *Bursera aloexylon* and its antimicrobial activity. *Fitoterapia*, 78(4), 327-328. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.03.012>
- Quiroz, C.J.A. & Magaña, M.A.A. (2015). Resinas naturales de especies vegetales mexicanas: usos actuales y potenciales. *Madera y Bosques*, 21(3), 171-183. <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n3/v21n3a13.pdf>
- Rivas-Arancibia, S.P., Bello-Cervantes, E., Carrillo-Ruiz, H., Andrés-Hernández, A. R., Figueroa-Castro, D.M. & Guzmán-Jiménez, S. (2015). Variaciones de la comunidad de visitantes florales de *Bursera copallifera* (Burseraceae) a lo largo de un gradiente de perturbación antropogénica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 178-187. <https://doi.org/10.7550/rmb.44620>
- Rojas, L.J.P., Perea, V.A. & Stashenko, A.E. (2009). Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. *Vitae, Revista de la facultad de Química Farmacéutica*, 16(1), 110-115. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n1/v16n1a13.pdf>
- Rzedowski, J. & Calderón G. (2000). Una nueva especie de *Bursera* (Burseraceae) del estado de Oaxaca (México). *Acta Botánica Mexicana*, 52, 75-81. <https://doi.org/10.21829/abm52.2000.857>
- Rzedowski, J. & Calderón, G. (2009). Nota sobre *Bursera heteresthes* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana*, 88, 81-93. <https://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n88/n88a7.pdf>
- Rzedowski, J., Medina, L. R. & Calderón, G. (2005). Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regional de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana*, 70, 85-111. <https://doi.org/10.21829/abm70.2005.989>
- Sánchez, Y., Correa, T. M., Abreu, Y., Martínez, B., Duarte, Y. & Pino, O. (2011). Caracterización química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Piper marginatum* Jacq. *Rev. Protección Veg.*, 26(3), 170-176. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v26n3/rpv06311.pdf>
- Sayadeh, M. M., Abdollah, G. P. and Mohammad, A. (2015). Chemical composition and yield of essential oils from Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) under different extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 76, 809-816. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.068>
- Tangarife-Castro, V., Correa-Royero, J., Zapata-Lodoño, B., Duran, C., Stanshenko, E. and Mesa-Arango, A.C. (2011). Anti-*Candida albicans* activity, cytotoxicity and interaction with antifungal drugs of essential oils and extracts from aromatic and medicinal plants. *Infectio*, 15(2), 160-167. [https://doi.org/10.1016/S0123-9392\(11\)70080-7](https://doi.org/10.1016/S0123-9392(11)70080-7)
- Torres, C.Y., Ruiz, M.A. & Ramos, A.L. (2013). Cadena de valor en la producción de los alebrijes y su relación con el desarrollo local en dos localidades del estado de Oaxaca. México. *Revista OIDLES*, 7(15), 30. <https://www.eumed.net/rev/oidles/15/cadena-valor.html>
- Victoria, L.N. (2012). Objects made of copal resin: a radiological analysis. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 207-213. <https://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v64n2/v64n2a6.pdf>
- Yepes, S.M., Montoya, N.L.J. & Orozco, S.F. (2008). Valorización de residuos

agroindustriales – frutas – en Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr.*, 61(1), 4422-4431.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a18v61n1.pdf>

Zantar S., Haouzi, R., Chabbi, M., Laglaoui, A., Mouhib, M., Mohammed, B., Bakkali, M. and Zerrouk, M.H. (2015). Effect of gamma irradiation on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris* and *Mentha pulegium* Essential oils. *Radiation Physics and Chemistry*, 115, 6-11.
<https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.05.019>.