



Caracterización química del aceite esencial obtenido de la madera de *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb. (palo santo) recolectado del departamento Matacos, de la provincia de Formosa, Argentina

Chemical characterization of the essential oil obtained from the wood of Bulnesia sarmientoi Lorenz ex Griseb. (palo santo) collected in Matacos department, Formosa province, Argentina

M. B. ENRÍQUEZ^{1, 2*} Y C. J. ORRABALIS³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INTA)/Estación Experimental Agropecuaria Ingeniero Juárez, Formosa, Argentina.

³ Laboratorio de Ingeniería de Materiales y Nanotecnología, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa.

* <delpilar.mariabelen@inta.gov.ar>

RESUMEN

Bulnesia sarmientoi Lorenz ex Griseb. conocido como “palo santo” es uno de los árboles con mayor importancia dentro del rubro de especies aromáticas. De su madera, se extrae un aceite esencial conocido como “guayacol”, con gran demanda internacional. En el país, los antecedentes referidos a esta temática son escasos, siendo las características químicas del aceite esencial un tema no estudiado en la región. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar químicamente el aceite esencial contenido en la madera de palo santo. Se emplearon secciones de fuste de individuos sanos a 1,30 m. de altura. La extracción se realizó mediante un equipo de destilación por arrastre de vapor a presión atmosférica. El aceite esencial fue analizado empleando un cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masas (GCMS). Los resultados indicaron la presencia de tres componentes principales: bulnesol (58,18 %), guaiol (28,71 %) y elemol (10,17%). En porcentajes menores se detectó la presencia de α -gurjunene, α -guaiene y β -cariofileno. Un conocimiento más preciso de la composición del aceite esencial permitirá una mayor comprensión de los potenciales beneficios de *B. sarmientoi*.

ABSTRACT

Bulnesia sarmientoi Lorenz ex Griseb. known as “palo santo” is one of the most important trees within the field of aromatic species. From its wood, an essential oil known as “guayacol” is extracted, with great international demand. In the country, studies about the chemical characteristics of the essential oil are very few. The objective of the present study was to characterize the chemical

composition of the essential oil contained in the wood. Trunk sections of healthy individuals at 1.30 m were used. The extraction of essential oil was carried out by steam distillation equipment at atmospheric pressure. The essential oil was analyzed using a gas chromatograph coupled to a mass spectrometry (GCMS). The results indicate the presence of three main components: bulnesol (58.18%), guaiol (28.71 %) and elemol (10.17 %). In smaller percentages, the presence of α -gurjunene, α -guaiene and β -caryophyllene was detected. A more precise knowledge of the composition of the essential oil is required for a better understanding of potential benefits of *B. sarmientoi*.

Palabras clave: guayacol, perfil químico, valor agregado

Key words: guayacol, chemical profile, added value

INTRODUCCIÓN

Bulnesia sarmientoi Lorenz ex Griseb. “palo santo” (Zygophyllaceae) es un árbol endémico de la región chaqueña semiárida. Se localiza en Argentina, Paraguay, Bolivia y en menor cantidad en Brasil (Waller *et al.*, 2012). En la actualidad, la distribución de la especie en el territorio chaqueño se encuentra fragmentada. Según datos del Inventario Forestal de Palo Santo (2014) para el oeste de la provincia de Formosa (departamentos de Matacos, Bermejo y Ramón Lista), la densidad promedio de regeneración y de individuos adultos es de 35 arb./ha y 58 individuos arb./ha, respectivamente.

Su madera, de alto valor comercial, es de textura fina y aroma intenso. Posee una gran resistencia, siendo una de las más densas del mundo (0,92-1,1 g/cm³, 1100-1280 kg/m³). Se emplea en la elaboración de muebles, parqué, tornería, fabricación de artículos decorativos, en construcciones rurales, como leña, entre otros (Céspedes *et al.*, 2018) y como parte de la medicina popular (Scarpa, 2000; Rondina *et al.*, 2008).

Del duramen, mediante el empleo del método de extracción de arrastre por vapor sobre aserrín o virutas, se extrae un aceite esencial conocido como “guayacol”, de color amarillo verdoso, con excelentes propiedades fijadoras y aroma agradable (Surburg & Panten, 2016). Es exportado principalmente a Europa, siendo Paraguay su principal exportador. Se lo utiliza en el perfumado de jabones, como excipiente en la elaboración de cosméticos, como fijador natural. Su aroma suave, sumado a sus beneficios curativos para enfermedades de la piel, su acción antifúngica, garrapaticida y bactericida, lo posicionan como un producto muy valorado (Salvat *et al.*, 2004; Mereles & Pérez de Molas; 2008; Nabais, 2008; Rodilla *et al.*, 2011; Castillo *et al.*, 2012).

El aceite esencial está compuesto en su mayoría por derivados sesquiterpénicos. Entre sus componentes principales se destacan guaiol, bulnesol, hanamyol y, en menor proporción, alcoholes derivados como α -eudesmol y β -eudesmol (Rodilla *et al.*, 2011; Cañete *et al.*, 2010; Tissandié *et al.*, 2017; Tissandié *et al.*, 2018).

La variabilidad química de los aceites esenciales se ve afectada por una combinación de factores, siendo los más importantes las variaciones fisiológicas, las condiciones ambientales, variaciones geográficas, factores genéticos y de evolución (Figueiredo *et al.*, 2008; Barra, 2009; Lago *et al.*, 2006; Perry, 1999).

A pesar de su importancia comercial, la caracterización química del aceite esencial ha sido escasamente estudiada en el país. Considerando las posibles variaciones en los compuestos químicos en un área extensa de distribución de la especie, en el presente trabajo se estudian la composición del aceite esencial de palo santo obtenido del oeste de la provincia de Formosa. Ampliar el conocimiento en este aspecto permitiría contribuir al agregado de valor y aprovechamiento integral de un árbol nativo con gran importancia cultural y económica, siendo un factor significativo lograr la sustentabilidad y continuidad de la producción a través de una explotación compatible con la conservación de la especie.

MATERIAL Y MÉTODO

Se trabajó con muestras obtenidas de la región semiárida de la provincia de Formosa, localidad de Ingeniero Juárez, departamento Matacos. Las muestras fueron recolectadas durante el mes de junio de 2018 del campo de la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA. Consistieron en tres secciones de fuste, de 35 cm de diámetro y 1 m de largo, obtenidas de individuos sanos a 1,30 m de altura. Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno para su posterior transporte al Centro Tecnológico de la Madera, de la Universidad Nacional de Formosa.

Para el procesamiento de las secciones se utilizó un cepillo mecánico (garlopa), obteniendo virutas (coincidentes con número de malla 16 y 4) que fueron almacenadas en bolsas de polietileno, protegidas de la humedad y a temperatura ambiente. Al momento de la extracción la materia prima presentó un 13% de humedad y 3% de cenizas, determinado por normas NREL 42621 y UNE 32004, respectivamente.

Extracción de aceite esencial

El método utilizado fue destilación de arrastre por vapor a 100 °C y a presión atmosférica. Para la extracción del aceite esencial se utilizó un equipo extractor a escala laboratorio marca Figmay. Consta de una cámara de extracción de vidrio borosilacato (5,6 litros) y una vela calefactora de cuarzo de 1500 Watt con control analógico de temperatura.

La extracción fue realizada durante cuatro ciclos, cada uno tuvo una duración de seis horas. Se utilizaron 500 gramos de virutas en cada ciclo. El aceite esencial obtenido fue almacenado en un frasco de color ámbar, protegido de la luz y de las altas temperaturas. Una fracción de aceite esencial fue enviada al Laboratorio de Fitoquímica del Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal de la Universidad Nacional de Córdoba para su análisis químico.

Análisis de composición

Para la caracterización química se utilizó el método de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC/MS), identificando componentes mayores al 2% en el contenido de aceite esencial. Se realizó una dilución con hexano en propor-

ción 1/500 μL . Los datos fueron adquiridos utilizando el programa TurboMass 6.1.0 Columna: Elite 5MS (30 m, 0.25 mm ID, 0.25 μm de espesor de film), marca Perkin Elmer. La muestra se inyectó en modo de inyección Split, con una relación 1:50 y un volumen de inyección de 1 μL . El cromatograma fue operado en modo "scan", desde m/z:50 a 300 uma.

RESULTADOS

La materia prima utilizada presenta una marcada diferencia entre albura y duramen, siendo la albura de color blanco amarillento y el duramen pardo-verdoso. El duramen es veteadado pronunciado, del tipo espigado, se caracteriza por su aroma agradable

Mediante el método de extracción aplicado se obtuvo un aceite esencial de color amarillo verdoso, semisólido a temperatura ambiente y con una temperatura de fusión entre los 40-50 $^{\circ}\text{C}$.

El análisis del aceite esencial determinó la presencia mayoritaria de alcoholes de estructura sesquiterpénica como el bulnesol, guaiol y elemol. En menor proporción se registraron isómeros de estructuras sesquiterpénicas relacionadas, tales como α -gurjenene, α -guaiene, β -cariofileno (**Figura 1, Tabla 1**).

DISCUSIÓN

La compleja composición del aceite esencial de *B. sarmientoi* hace que la identificación de sus componentes minoritarios no sea una tarea fácil. Hasta el momento no se registran antecedentes de caracterización química para el aceite esencial obtenido en la región.

El aceite esencial obtenido mediante la aplicación del método arrastre por vapor resultó ser de color amarillo verdoso, semisólido, con una temperatura de fusión entre los 40-50 $^{\circ}\text{C}$, tal como lo describe Cañete *et al.* (2011). La caracterización química indicó la presencia mayoritaria de alcoholes de estructura sesquiterpénica (bulnesol y guaiol). En menor proporción se registraron isómeros, comunes entre compuestos sesquiterpénicos (Bülow & König, 2000), coincidiendo con lo expresado por Nabais (2008), Cañete *et al.* (2011) y Tissandié *et al.* (2017), quienes analizaron en más de un 70% la composición del aceite esencial, determinando además del bulnesol y guaiol la presencia de componentes tales como hanamyol, isómero de eudesmol, α -eudesmol, β -eudesmol, epóxido de un guaiene, α -bulneseno, isómero de bulnesol, entre otros, no identificados en este trabajo, posiblemente debido al equipo cromatográfico utilizado o al origen geográfico del material empleado.

En la muestra analizada se determinó la presencia de un tercer componente principal, el *elemol*, con un porcentaje relativo del 10,17% del contenido de aceite esencial. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Rodilla *et al.* (2011) quienes, analizando una muestra suministrada por la empresa Chortitzer-Komitee Ltda. (Paraguay), posicionan al elemol como componente minoritario. Por su parte Tissandié *et al.* (2018) determinaron la presencia de cinco componentes principales, además del bulnesol y guaiol, ellos son, β -elemol, 10-epi- γ -eudesmol, eudesmol, α -eudesmol y β -eudesmol. Estos autores lograron una caracterización del aceite esencial mayor al

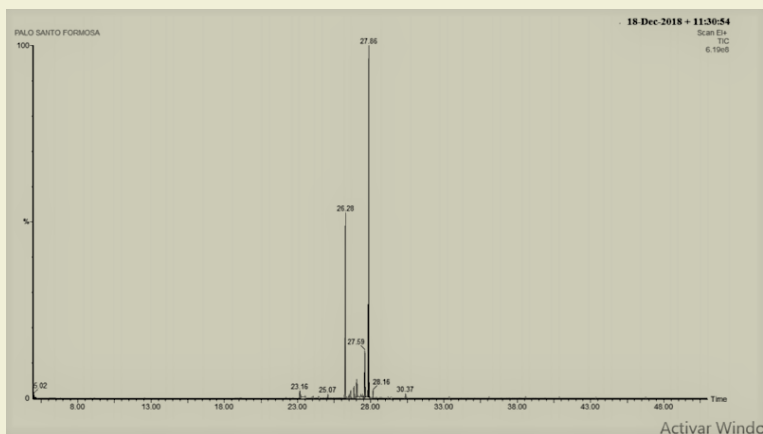


Figura 1. Perfil cromatográfico de la muestra. Observación: los picos 23. 16, 26. 86 y 27.04 min. corresponden a derivados silanoles provenientes de la columna cromatográfica y no están relacionados con la muestra analizada

Figure 1. Chromatographic sample profile. Observation: the peaks 23. 16, 26. 86 and 27.04 min. are due to silanol derivatives from the chromatographic column and are not related to the sample analyzed

Tabla 1. Componentes principales de aceite esencial de *B. sarmientoi*

Table 1. Main components of the B. sarmientoi essential oil

Componente	Identificación	% Relativo
Bulnesol	Fórmula:C ₁₅ H ₂₆ O CAS:22451-73-6	58,18
Guaiol	Fórmula:C ₁₅ H ₂₆ O CAS:489-86-1	28,71
Elemol	Fórmula:C ₁₅ H ₂₆ O CAS:639-99-6	10,17
α-Gurjenene	Fórmula:C ₁₅ H ₂₄ CAS:489-40-7	1,08
α-Guaiene	Fórmula:C ₁₅ H ₂₆ O CAS:13822-35-0	0,67
β-Cariofileno	Fórmula:C ₁₅ H ₂₄ CAS:110823-68-2	0,58

90%, mediante la aplicación de cromatografía de gases bidimensional (GCXGC) acoplada a espectrometría de masas y cromatografía de gases capilar preparativa, adecuados para el análisis de mezclas complejas (Filippi *et al.*, 2013).

Para el caso del hanamyol, compuesto no identificado en este trabajo, se lo ha registrado como componente del aceite esencial de *B. sarmientoi*. Rodilla *et al.* (2011) y Tissandíe *et al.* (2017, 2018) han identificado este y otros compuestos de estructuras relacionadas, los cuales no son identificados por el análisis de GCMS (monodimensional). Rodilla *et al.* (2011) posicionan al hanamyol como tercer componente principal luego del guaiol y bulnesol. Por otra parte, Cañete *et al.* (2011) mencionan como los primeros tres componentes principales al bulnesol, guaiol y γ -eudesmol.

De los antecedentes registrados, bulnesol y guaiol se ubican como componentes principales constituyendo más del 50% del contenido total del aceite esencial. Para el caso de la muestra analizada en el presente estudio, el porcentaje total de ambos componentes es mayor al 70%. Las diferencias se registran en el compuesto localizado en tercer lugar, luego de los mencionados alcoholes. Es posible que esta variación se deba a factores ambientales, tal como lo expresan Figueiredo *et al.* (2008).

CONCLUSIÓN

A través de este trabajo se logró determinar la composición química del aceite esencial de palo santo, obtenido de la región semiárida del Parque Chaqueño argentino. De los componentes mayoritarios identificados, se destaca en tercer lugar la presencia del elemol, no considerado como componente principal en los antecedentes registrados. Esta diferencia podría deberse a factores ambientales del lugar donde se obtuvo la muestra.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa, por permitir desarrollar esta investigación en sus instalaciones. Al ingeniero Roberto Greca, por su colaboración en el procesamiento de la muestra.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRA, A., 2009. Factors affecting chemical variability of essential oils: a review of recent developments. *Natural Product Communications* (4) 8:1147-1154. doi 10.1177/1934578x0900400827
- BÜLOW, N. & W. KÖNIG, 2000. The role of germacrene D as a precursor in sesquiterpene biosynthesis: investigations of acid catalyzed, photochemically and thermally induced rearrangements. *Phytochemistry* 55: 141-168. doi:10.1016/s0031-9422(00)00266-1
- CAÑETE, N., J. RODILLA LÓPEZ, D. DAVYT & E. DELLACASSA, 2010. Palo santo, *Bulnesia sarmientoi*: La proyección de un producto latinoamericano en el mercado y su consolidación. En: Dellacassa, E., (Ed.). Normalización de productos naturales obtenidos de especies forestales de la flora aromática de Latinoamérica. Pp. 281-291. Porto Alegre, Brasil: PUCR.
- CASTILLO, F., D. HERNANDEZ, G. GALLEGOS, R. RODRIGUEZ & C. AGUILAR, 2012. Antifungal properties of bioactive compounds from plants. *Fungicides for Plant and Animal Diseases*. Editorial Dr. Dharumadurai Dhanasekaran. ISBN: 978-953-307-804-5

- CÉSPEDES, G., F. MERELES & R. NAVARRO-CERRILLO, 2018. Método cualitativo para la determinación del estatus de conservación de *Bulnesia sarmientoi* (Zygophyllaceae) en Paraguay con fines de exportación. *Collectanea Botanica* 37. Disponible en <https://doi.org/10.3989/collectbot.2018.v37.00>
- FIGUEREIDO, A., J. BARROSO, L. PEDRO & J. SCHEFFER, 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal* 23 (4):213-226. doi:10.1002/ffj.1875
- FILIPPI, J., E. BELHASSEN, N. BALDOVINI, H. BREVARD & U. MEIERHENRICH, 2013. Qualitative and quantitative analysis of vetiver essential oils by comprehensive two-dimensional gas chromatography and comprehensive two-dimensional gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Chromatography*: 127-148. doi: 10.1016/j.chroma.2013.03.002
- LAGO, J., M. SOARES, L. BATISTA-PEREIRA, M. SILVA, A. CORREA, J. FERNANDES, P. VIEIRA & N. ROQUE, 2006. Volatile oil from *Guarea macrophylla* ssp. *tuberculata*: seasonal variation and electroantennographic detection by *Hypsipyla grandella*. *Phytochemistry* 67:589-594.
- MERELES, F. & L. PÉREZ DE MOLAS, 2008. *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb. (Zygophyllaceae): estudio de base para su inclusión en el Apéndice II de la Convención CITES. Informe inédito. Asunción, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Disponible en http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/publicacion_sobre_palo_santo
- NABAIS, S., 2008. Estudio químico da *Bulnesia sarmientoi*. Universidade da Beira Interior. Covilhã. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.6/2846>
- PERRY, B., R. ANDERSON, N. BRENNAN, M. DOUGLAS, A. HEANEY, J. MCGIMPSEY & B. SMALLFIELD, 1999. Essential oils from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among individuals, plant parts, seasons, and sites. *Journal Agricultural and Food Chemistry* (47) 5: 2048-2054. doi: doi.org/10.1021/jf981170m
- RODILLA, J., L. SILVA, N. MARTÍNEZ, D. LORENZO, D., DAVYT, L. CASTILLO, C. GIMÉNEZ, R. CABRERA, A. GONZÁLEZ-COLOMA, J. ZROSTLIKOVA & E. DELLACASSA, 2011. Advances in the identification and agrochemical importance of sesquiterpenoids from *Bulnesia sarmientoi* essential oil. *Industrial Crops and Products* 33 (2):497-503.
- RONDINA, R., A. BANDONI & J. COUSSIO, 2008. Especies medicinales de Argentina con potencial actividad analgésica. *Dominguezia* 24(1):47-70. Disponible en <http://www.dominguezia.org/volumen/articulos/2414.pdf>
- SALVAT, A., L. ANTONACCI, R. FORTUNATO, E. SUAREZ & H. GODOY, 2004. Antimicrobial activity in methanolic extracts of several plant species from northern Argentina. *Phytomedicine* (11):230-234. doi: 10.1078/0944-7113-00327
- SCARPA, G., 2000. Plants employed in tradicional veterinary medicine by the criollos of the northwestern Argentine Chaco. *Darwiniana* 38(3-4):253-265. ISSN 0011-6793.
- SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE-DIRECCIÓN DE BOSQUES, 2014. Inventario forestal en bosques con presencia de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) en la zona del parque chaqueño semiárido. Informe final.
- SURBURG, H. & J. PANTEN, 2000. Natural raw materials in the flavor and fragrance industry. *Common Fragrance and Flavor Materials* 193-264. doi: 10.1002/9783527693153.ch3
- TISSANDIÉ, L., M. GAYSINSKI, H. BRÉVARD, U. J. MEIERHENRICH & J. FILIPPI, 2017. Revisiting the chemistry of guaiacwood oil: Identification and formation pathways of 5,11- and 10,11-Epoxyguaianes. *Journal of Natural Products* 80 (2): 526-537. doi: 10.1021/acs.jnatprod.6b01068

- TISSANDIÉ, L., S. VICIANA, H. BREVARD, U. MEIERHENRICH & J. FILIPPI, 2018. Towards a complete characterisation of guaiacwood oil. *Phytochemistry* 149: 64-81. doi: 10.1016/j.phytochem.2018.02.007
- WALLER, T., M. BARROS, J. DRAQUE & P. MICUCCI, 2012. Conservation of the Palo Santo tree, *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb., in the South America Chaco Region. *Medicinal Plant and Conservation* (15): 4-9.

Recibido: 04/2019
Aceptado: 09/2019