

NOTA CIENTÍFICA

Composición química del aceite esencial de las hojas de *Hedyosmum luteynii* Todzia (Chloranthaceae)

Chemical composition of the essential oil of the leaves of *Hedyosmum luteynii* Todzia (Chloranthaceae)

Silvia Hipatia Torres Rodríguez*¹, María Clarisa Tovar Torres², Víctor Julio García^{1,3}, María Eugenia Lucena^{4,5}, Liliana Araujo Baptista⁴

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú.

3 Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

4 Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

5 Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

*Autor para correspondencia.

E-mail Silvia Hipatia Torres Rodríguez: storres@unach.edu.ec

E-mail María Clarisa Tovar Torres: mtovart@yahoo.es

E-mail Víctor Julio García: vgarcia@unach.edu.ec

E-mail María Eugenia Lucena: mlucena@unach.edu.ec

E-mail Liliana Araujo Baptista: laraujo@unach.edu.ec

Resumen

El objetivo de este trabajo fue la caracterización química del aceite esencial de *Hedyosmum luteynii*, a partir de muestras recolectadas en el bosque natural Jacarón, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador. El aceite esencial se extrajo por hidrodestilación; el análisis de la composición se realizó mediante un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas; la identificación de los componentes se realizó por comparación de sus espectros de masas y de los índices de Kováts reportados en la literatura. Se identificaron 28 compuestos, correspondientes al 98.62% del total de los constituyentes, siendo la mayoría monoterpenos hidrocarburos naturales (83.21%). Los constituyentes más abundantes fueron: α -felandreno (32.72%), α -pineno (13.20%), (Z)- β -ocimeno (10.99%), silvestreno (6.51%), biciclogermacreno (5.05%), 1.8-cineol (4.95%), (E)- β -ocimeno (3.88%) y germacreno D (3.20%). Es la primera vez que se reporta al silvestreno como un componente importante en el aceite esencial de una de las especies del género *Hedyosmum*. Este resultado hace evidente una marcada diferencia en la composición química del aceite esencial de *H. luteynii* respecto a otras especies del género *Hedyosmum*.

Palabras claves: *Hedyosmum luteynii*; aceite esencial; α -felandreno; β -pineno; (Z)- β -cimeno; silvestreno.

Abstract

In this work, essential oil of *Hedyosmum luteynii* is characterized from samples collected in the Jacarón natural forest, Colta, Chimborazo, Ecuador. The essential oil was extracted by hydrodistillation; analysis of the composition was carried out by gas chromatography, coupled to a mass spectrometer; identification of the components was made by comparing their mass spectra and the Kováts indexes reported in the literature. Twenty-eight compounds were identified, 98.62% of the total components. Natural hydrocarbon monoterpenes were the highest (83.21%). The most abundant components were: α -phellandrene (32.72%), α -pinene (13.20%), (Z)- β -ocimene (10.99%), silvestrene (6.51%), bicyclogermacrene (5.05%), 1.8-cineol (4.95%), (E)- β -ocimene (3.88%) and germacrene D (3.20%). For first time, silvestrene is reported as an important component of essential oil in one of the species of the genus *Hedyosmum*. This result is an important difference in the chemical composition of the essential oil of *H. luteynii* respect to other species of *Hedyosmum*.

Keywords: *Hedyosmum luteynii*, essential oil, α -phellandrene, β -pinene, ocimene, sylvestrene.

Citación:

Torres Rodríguez S.H., M.C. Tovar Torres, V.J. García, M.E. Lucena, L.Araujo Baptista. 2018. Composición química del aceite esencial de las hojas de *Hedyosmum luteynii* (Chloranthaceae). Revista peruana de biología 25(2): 173 - 178 (Mayo 2018). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i2.14289>

Presentado: 06/02/2018
Aceptado: 21/03/2018
Publicado online: 30/05/2018

Información sobre los autores:

ST, MT, VG, ML, LA: realizaron el diseño experimental; ST, ML, VG: realizaron los experimentos; ST, VG, ML, LA: analizaron los datos; ST, VG: redactaron el manuscrito; ST, MT, VG, ML, LA: revisaron y aprobaron el manuscrito.

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Hedyosmum luteynii Todzia (Chloranthaceae) es un árbol de 3 – 16 m de altura, con flores verdes, carente de estambres o carpelos, frutas negras, hojas brillantes y aromáticas (Todzia 2012). *Hedyosmum luteynii* crece de manera silvestre en bosques montanos a una altitud de 2600 – 3600 m y se puede encontrar en regiones desde el centro de Colombia (cordillera central) hasta la cordillera oriental en el centro de Ecuador (Todzia 2012). *Hedyosmum* es uno de los 4 géneros de plantas con flores perteneciente a la familia Chloranthaceae (*Ascarina*, *Chloranthus*, *Hedyosmum* y *Sarcandra*) (Carlquist 1992). Esta familia está constituida por aproximadamente 75 especies cuyo ascendiente genético común es una flor fosilizada similar a *Hedyosmum* que proviene del cretáceo temprano y que fue encontrada en Barremian-Aptian Portugal (Antonelli & Sanmartín 2011). En el Ecuador se encuentran aproximadamente 12 de las 40 especies del género *Hedyosmum*: *H. anisodorum* Todzia, *H. cuatrecazanum* Oech., *H. cumbalense* Karsten, *H. goudotianum* Solms-Laub., *H. luteynii* Todzia, *H. purpurascens* Todzia, *H. racemosum* (Ruiz & Pavón) G. Don, *H. scabrum* (Ruiz & Pavón) Solms-Laub., *H. spectabile* Todzia, *H. sprucei* Solms-Laub., *H. strigosum* Todzia y *H. translucidum* Cuatrec (Ulloa-Ulloa & Jorgensen 1993).

La composición química del aceite esencial de al menos 10 de las 40 especies del género *Hedyosmum* han sido estudiadas por varios autores: *H. mexicanum* Cordemoy –Costa Rica–, *H. bonplandianum* HBK –Costa Rica– y *H. costaricensis* C.E. Woody –Costa Rica– (Mundina et al. 2000); *H. arborescens* Sw. Caribe –Guadalupe– (Sylvestre et al. 2007); *H. brasiliense* Mart. Ex Mid. –Brasil– (Murakami et al. 2017); *H. brasiliense* Miq. –Brasil– (Kirchner et al. 2010); *H. glabratum* Kunh –Venezuela– (Danis et al. 2012); *H. colombianum* Cuatrec –Colombia– (Delgado et al. 2010); *H. translucidum* Cuatrec –Colombia– (Zamora-Burbano & Arturo-Perdomo 2016); *H. angustifolium* (R et P.) Solms-Laubach –Bolivia– y *H. scabrum*

(R et P.) Solms-Laubach –Bolivia– (Lorenzo et al. 2003); *H. sprucei* Solms. –Ecuador– (Guerrini et al. 2016); *H. scabrum* (R. et P.) Solms –Perú– (De Feo & Urrunaga 2007); *H. scabrum* (R. et P.) Solms –Ecuador– (Morochó 2015).

Aunque, las especies del género *Hedyosmum* tienen una larga historia de uso en la medicina tradicional con una variedad de propiedades biológicas/farmacológicas interesantes que han sido científicamente confirmadas (Gupta 2006), no existen reportes de la composición química del aceite esencial de la especie *H. luteynii*. A pesar de que, *H. luteynii* tiene un amplio uso en la medicina tradicional del Ecuador, en particular en el tratamiento y alivio de infecciones respiratorias agudas y enfermedades diarreicas, que son las enfermedades con mayor tasa de morbilidad –cantidad de personas que se enferman en un sitio y tiempo determinado en relación con el total de la población– en el Ecuador (Gupta 2006).

El objetivo de este trabajo fue la caracterización química del aceite esencial de la especie *H. luteynii* recolectada en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. El propósito es contribuir al conocimiento de las especies del género *Hedyosmum* (Chloranthaceae), que pueden ser empleadas como fuente de nuevos principios activos, o bien de otros compuestos químicos que sirvan como base en la experimentación farmacológica o en la síntesis de nuevos medicamentos.

Materiales y métodos

Recolección de material vegetal. Las hojas frescas de *H. luteynii* fueron recolectadas de forma manual entre julio y agosto de 2017, en el bosque natural de Jacarón, ubicado en la parroquia Juan de Velasco, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador (1°55'16.36158333"S, 78°53'14.99493303"W; coordenadas UTM: $x = 735000$, $y = 9787500$, zona 17S) (Figura 1). El bosque cubre una superficie de 106 ha, con un rango altitudinal de 3200 – 3480 m de altitud, con temperaturas que oscilan entre

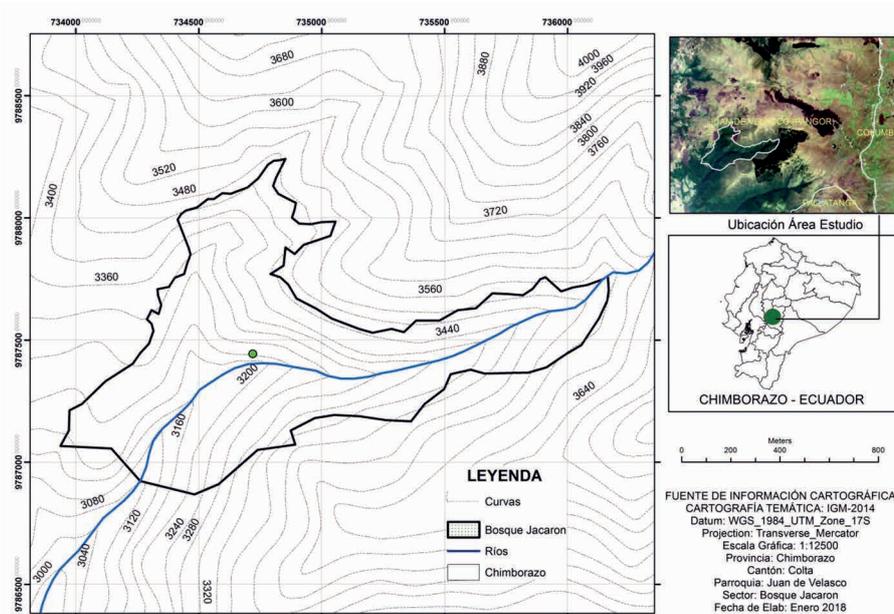


Figura 1. Bosque natural del ecosistema Jacarón ubicado en la parroquia Juan de Velasco, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador. El bosque cubre una superficie de 106 ha, con un rango altitudinal de 3200 – 3480 msnm.



Figura 2. Muestra de la planta *Hedyosmum luteynii* Todzia del genero *Hedyosmum* de la familia *Chloranthaceae*.

9 a 12 °C y precipitación anual de 1200 mm. Los suelos están formados por cenizas volcánicas, con altos contenidos de materia orgánica, valores de pH entre 5.5 y 6.5; clasificados a nivel de gran grupo como Dystrandeps en el orden de inceptisoles, en correspondencia con suelos jóvenes de poco desarrollo que presentan gran acumulación de materia orgánica y saturación de bases menor al 50%.

La muestra testigo (Figura 2), una vez que su identificación taxonómica fue confirmada por MSc. Xavier Cornejo, curador asociado del Herbario GUAY, fue depositada en el Herbario GUAY de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil Ecuador bajo el código 0056. Las muestras se conservaron en sacos de polietileno, y fueron colocadas en resguardo en un lugar limpio y libre de humedad hasta su procesamiento. Posteriormente y antes de someterlas al proceso de extracción de sus aceites, se seleccionaron las hojas sanas, se lavaron con agua potable y finalmente fueron troceadas (licuadas).

Extracción del aceite esencial.- Las hojas frescas (5000 g) se licuaron e hidrodestilaron y colocaron en una trampa de Clevenger durante 4 horas, tal como lo especifica la Farmacopea Oficial Italiana (IPZS 2002). Los aceites obtenidos se decantaron, secaron con sulfato de sodio anhidro y se almacenaron en viales de vidrio oscuro y fueron mantenidos a 4 °C en un freezer hasta su correspondiente análisis. El rendimiento fue calculado en base de la masa del aceite y de la masa del material fresco utilizado en la extracción (Palá-Paúl 2002).

Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM).- El estudio por CG-EM se realizó en un

cromatógrafo Hewlett-Packard modelo 5973 serie II, equipado con columna capilar HP-5 MS (30 m de longitud, de 0.2 mm de diámetro interno, con un espesor de pared de 0.25 µm). La temperatura del puerto de inyección fue de 230 °C y la del cuadrupolo 150 °C. Se utilizó helio como gas portador, a un flujo de 0.9 mL/min ajustado a una velocidad lineal de 34 m/s. La energía de la fuente de ionización fue de 70 eV con un rango de barrido de 40 – 500 amu a 3.9 scans/s. Se inyectó 1.0 µL del aceite diluido en *n*-heptano con una relación de split de 1:100.

La identificación de los componentes del aceite se realizó por comparación de sus espectros de masas con los reportados en la base de datos de la librería Wiley 6ta Edición y los índices de Kováts reportados en Adams (2007) y Davies (1990).

Resultados y discusión

Del proceso de hidrodestilación se obtuvieron 5 mL de aceite esencial de *H. luteynii* con un rendimiento de 0.071% (0.071 mL/100 g de hojas). El color del aceite esencial obtenido fue amarillo claro de olor agradable, eucaliptico. Los constituyentes del aceite esencial se listan en la Tabla 1. Se identificaron 28 compuestos, correspondientes al 98.62% del total de los constituyentes en el aceite esencial de *H. luteynii*. Todos los constituyentes fueron del tipo terpeno, principalmente monoterpenos C₁₀H₁₆ (83.21%) y sesquiterpenos C₁₅H₂₄ (13.73%). Sin embargo, dentro de estos tuvieron más importancia los hidrocarburos (96.94%) frente a los oxigenados (2.13%). El hecho de que los hidrocarburos superen a los oxigenados se debe a que al actuar como vectores de polinización o controladores del potencial hídrico los hidrocarburos pueden liberarse con mayor facilidad (Palá-Paúl 2002).

Los cuatro componentes más abundantes (suman 63.42%) fueron clasificados como monoterpenos. La prevalencia de monoterpenos en el aceite esencial de *H. luteynii* es comparable a lo reportado para otras de las especies *Hedyosmum*. También, se han encontrado prevalencia de los monoterpenos en *H. mexicanum* (Mundina et al. 2000), *H. bonplandianum* (Mundina et al. 2000), *H. arborescens* (Sylvestre et al. 2007), *H. brasilense* (Kirchner et al., 2010; Murakami et al., 2017), *colombianum* (Delgado et al. 2010), *H. angustifolium* (Lorenzo et al. 2003), y *H. scambrum* (Lorenzo et al., 2003; Morocho Zaragocín, 2015) (Tabla 2).

En general, el predominio de monoterpenos en el aceite esencial de *H. luteynii* responde a las características del medio donde se desarrolla esta especie (bosque montano alto, 3200 – 3480 m). Los suelos de estos bosques retienen grandes cantidades de agua y esta abundancia de agua hace difícil la liberación de terpenoides al medio, tal como se reporta para *Eryngium corniculatum* Lam (Palá-Paúl, 2002). Por lo tanto en el aceite esencial de *H. luteynii* son abundantes aquellos componentes con menor peso molecular que podrán ser desprendidos más fácilmente que aquellos de mayor peso molecular (Palá-Paúl, 2002).

En el aceite esencial de *H. luteynii* los constituyentes más abundantes fueron: α-felandreno (32.72%), (Z)-β-pineno (13.20%), (Z)-β-ocimeno (10.99%), silvestreno (6.51%), biciclogermacreno (5.05%), 1.8-cineol (4.95%), α-ocimeno (3.88%) y germacreno D (3.20%). En la Tabla 2, se puede observar que los constituyentes más abundantes del aceite esencial de *H. luteynii* son diferentes de los reportados para otras especies del genero

Hedyosmum en el Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Brasil, Costa Rica y Guadalupe.

Un análisis comparativo entre los constituyentes del aceite esencial de *H. luteyningii* y de otras especies del género *Hedyosmum* reportados en la literatura (Tabla 2), permitió descartar los compuestos comunes. Este análisis arrojó como resultado que de los 28 compuestos identificados en el aceite esencial de *H. luteyningii*, se han identificado como exclusivos de la especie *H. luteyningii*: silvestreno (6.51%), cis-muurola 3-5-diene (0.45%), amorpho-4.9-diene <7,14-anhidro-> (0.65%).

El silvestreno ha sido tema de controversia los últimos 100 años y algunos investigadores sugieren que no es un hidrocarburo natural y que es un artefacto que se produce durante la extracción (Panda 2008). Así, por ejemplo, Ballesteros-García et al. (2013) reportaron que la acidez generada durante la destilación en corriente de vapor puede producir isomerización de 2-careno en silvestreno. La controversia surgió porque el punto de ebullición del silvestreno es alrededor de los 175 °C, así que es natural preguntarse ¿Es el silvestreno un producto de la hidrodestilación de un compuesto que se encuentra de manera natural en el material vegetal? La respuesta a esta pregunta se escapa al alcance de esta investigación. Se requieren más estudios y la consideración de mecanismos de transporte no convencionales para conseguir una respuesta apropiada. Un mecanismo de transporte a considerar es el que se usan para el crecimiento de cristales por transporte químico. Con esta

técnica, en lugar de vaporizar un sólido (líquido) directamente a altas temperaturas, se puede vaporizar a temperaturas (T_1) mucho más bajas formando intermedios químicos altamente volátiles con un elemento que sirve de transportador y luego se hace reaccionar la mezcla de gases resultante a una temperatura (T_2) utilizando la dependencia de la temperatura del equilibrio químico implicado ($T_2 < T_1$) (Binnewies et al. 2013, Nitsche et al. 1961). Esta posibilidad toma fuerza si consideramos que el silvestreno es una mezcla de 2-careno que rápidamente se convierten en silvestreno (Singh 2007).

A pesar de esta controversia, existe un buen número de análisis de aceites esenciales donde se reporta al silvestreno como un constituyente del aceite. Así, Kumari et al. (2014) reportaron al silvestreno como un constituyente del aceite esencial en la fruta, flores, partes aéreas y hojas en la familia de plantas: *Apiaceae*/*Umbrelliferae*, *Asteraceae*/*Compositae*, *Myrtaceae*, *Zingiberaceae*, y *Piperaceae*. De manera similar, Liu et al. (2017) reportaron valores de silvestreno de 17 a 25% en plantas de *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. (Rutaceae) cultivadas por 11 años. Gallucci et al. (2010) reportaron la existencia de silvestreno en el aceite esencial de hojas de *Eugenia uniflora*. Sin embargo, esta es la primera vez que se reporta al silvestreno como un constituyente importante en el aceite esencial de una de las especies del género *Hedyosmum* de plantas con flores pertenecientes a la familia Chloranthaceae.

Algunos de los principales constituyentes del aceite esencial

Tabla 1. Identificación de los componentes del aceite esencial de *Hedyosmum luteyningii* por CG-EM. Se resaltan los compuestos presentes en cantidades mayores al 3%.

Número de compuesto	Compuesto	Tiempo de retención	Área %	Índice Kováts calculado	Índice Kováts tabulado
1	α -tuyeno	5.09	0.54	927	924
2	α -pineno	5.25	13.20	934	932
3	sabineno	6.12	2.06	966	969
4	β -pineno	6.22	2.63	969	974
5	mirreno	6.50	1.17	978	988
6	α -felandreno	6.90	32.72	990	1002
7	o-cimeno	7.41	2.37	1005	-
8	silvestreno	7.53	6.51	1008	1025
9	1.8-cineol	7.62	4.95	1012	1026
10	(Z)- β -ocimeno	7.74	10.99	1017	1032
11	(E)- β -ocimeno	8.03	3.88	1030	1044
12	linalol	9.55	1.79	1093	1095
13	p-cimeno	11.00	0.40	1144	-
14	cis-chrysanthenol	11.52	0.65	1161	1160
15	borneol	11.66	0.45	1166	1165
16	terpinen-4-ol	12.01	0.57	1176	1174
17	α -terpineol	12.44	0.46	1189	1186
18	β -elemeno	18.85	0.51	1392	1389
19	(E)-cariofileno	19.72	0.34	1418	1417
20	γ -cadineno	21.46	1.09	1479	1513
21	germacreno D	21.61	3.20	1484	1484
22	biciclogermacreno	22.07	5.05	1500	1500
23	a-muuroleno	22.16	0.37	1503	1500
24	germacreno A	22.33	0.54	1508	1508
25	cis-Muurola-3.5-diene	22.63	0.45	1518	-
26	δ -amorphene	22.84	0.54	1524	1511
27	germacreno B	23.84	0.99	1556	1559
28	amorpho-4.9-diene <7,14-anhidro->	24.44	0.65	1574	-

de *H. luteynii* han mostrado actividades que se pueden relacionar con los usos mencionados en la tabla 2. Por ejemplo: Acebey et al. (2010) mostraron la actividad anti-inflamatoria del α -felandreno. Gil et al. (1989) mostraron la actividad anti-inflamatoria del α -pineno. Falk et al. (1990) estudiaron

la actividad del α -pineno como broncodilatador. Perry et al. (2000) estudiaron el α -pineno como posible coadyuvante a las habilidades cognitivas de la memoria.

Literatura citada

Tabla 2. Composición de aceites esenciales de especies del género *Hedyosmum* en términos de monoterpenos hidrocarburos (MH), monoterpenos oxigenados (MO), sesquiterpenos hidrocarburos (SH) y sesquiterpenos oxigenados (SO). También, se listan los componentes mayoritarios, número de compuestos identificados (NCI) y usos en la medicina tradicional. En la última fila se resaltan los resultados de este trabajo.

Especie	MH %	MO %	SH %	SO %	Compuestos mayoritarios	NCI	Fuente/Usos medicinales
<i>H. mexicanum</i> C. Cordem. -Costa Rica-	42.2	7.2	11.9	22.4	sabineno (28%); furanodieno (>20%); germacreno-B (4.7%); trans-mentona (3%)	39	Hojas (Mundina et al. 2000)
<i>H. bonplandianum</i> Kunth -Costa Rica-	39.7	12.6	28.2	2.8	sabineno (14.7%); β -bisaboleno (10.3%); terpineol-4-ol (7%); spathulenol (1.4%)	51	Hojas (Mundina et al. 2000). Actividad analgésica (Cardenas et al., 1993)
<i>H. costaricensis</i> C.E. Wood ex W.C. Burger -Costa Rica-	3.8	0.7	62.6	7.2	germacreno-D (32%); β -ocimeno (2.3%); α -cadinol (2.1%); linalol (0.7%)	29	Hojas (Mundina et al. 2000)
<i>H. arborescens</i> Sw. Caribe -Guadalupe-	46.6	12.0	21.2	15.3	α -felandreno (11.4%); bicyclogermacrene (10.6%); sabineno (9.7%)	50	Hojas. Actividad anticancerígena (pulmón y colon) (Sylvestre et al. 2007)
<i>H. brasiliense</i> Mart. Ex Mid. -Brasil-	38.1	15.3	10.0	29.4	curzereno (17%); sabineno (16%); β -pineno (5%); eucalytol (3%); methyl eugenol (5%); carotol (6%)	50	Hojas. Tratar migraña, ovarios disfuncionales, hongos de los pies, reumatismo, dolor de estómago y como diurético (Murakami et al. 2017).
<i>H. brasiliense</i> Miq. -Brasil-	15.7	28.6	18.6	27.1	α -terpinol (10.2%); curzereno (8.9%); β -thujene (7.1%); carotol (6.1%); spathulenol (5.3%)	65	Hojas. Sedante, febrífugo y como sustituto del té verde. Muestra actividad anticonceptiva (Kirchner et al. 2010).
<i>H. glabratum</i> Kunth -Venezuela-	5.1	30.1	45.3	-	α -copaeno (12.8%); α -cubebeno (9.5%); borneol (6.8%); terpinol-4 (5.9%)	30	Hojas (Danis et al. 2012).
<i>H. colombianum</i> Cuatrec. -Colombia-	35.6	39.6	4.5	15.7	β -pineno (16.5%); pinocarvone (13.4%); curzerene (7.1%); (E)- β -ocimene (6.1%)	49	Hojas. Odorífera y aromatizante en alimentos en la zona andina (Delgado et al. 2010)
<i>H. colombianum</i> Cuatrec. -Colombia-	24.6	63.8	0.7	6.0	β -pineno (11.4%); pinocarvone (14.2%); terpinen-4-ol (9.8%); neral (9.7%)	49	Frutos. Odorífera y aromatizante en alimentos en la zona andina (Delgado et al. 2010).
<i>H. translucidum</i> Cuatrec. -Colombia-	21.5	15.5	19.2	38.5	α -eudesmol (11.4%), germacreno D (8.9%), trans- β -cariofileno (7.8%), elemol (5.8%) y óxido de cariofileno (5.3%)	52	Hojas. Relajamiento en parturientas, facilitador del sueño, bebidas tonificantes (Zamora-Burbano & Arturo-Perdomo, 2016).
<i>H. angustifolium</i> (R. & P.) Solms-Laubach -Bolivia-	64.0	14.2	8.0	1.4	α -pineno (24%), β -pineno (23.5%); sabineno (6.4%); linalool (6.1%), eucaliptol (3.7%); germacreno-D (3.1%); spathulenol (1.1%)	32	Hojas. Antirreumático y tratamiento del resfriado (Lorenzo et al. 2003). Actividad anti-leishmaniasis (Acebey et al. 2010)
<i>H. sprucei</i> Solms -Ecuador-	10.1	-	88.6	-	germacreno-D (23.16%); β -caryophylleno (15.53%); α -cadineno (5.50%); α -copaeno (5.08%); α -felandreno (3.48%).	58	Hojas. Conocida como "sacha limón panga," "sacha limón caspa", "hoja de monte". Tratamiento de la mordedura de serpientes (Guerrini et al. 2016).
<i>H. scambrum</i> (R et P.) Solms-Laubach -Bolivia-	3.4	3.4	25.9	2.6	germacreno-D (13%); δ -3-carene (12.1%); eucaliptol (5.7%); α -grujeno (6.6%); 3', 4'-Dimethoxypropiofenone (6.6%)	27	Hojas. Antirreumático y tratamiento del resfriado (Lorenzo et al. 2003).
<i>H. scambrum</i> (R. & P.) Solms -Perú-	16.8	64.0	9.4	0	Estragole (55.8%); α -pineno (7.7%); Bicyclogermacrene (3.25)	50	Hojas. Antiespasmódico (De Feo & Urrunaga 2007)
<i>H. scambrum</i> (R. & P.) Solms -Ecuador-	21.1	56.1	21.1	0.8	eucalytol (29.9%); linalool (11.1%); α -pineno (10.9%); sabineno (4.3%)	76	Planta femenina. Dolor de estómago, preparación de bebidas aromáticas. (Morocho 2015).
<i>H. scambrum</i> (R. & P.) Solms -Ecuador-	8.0	46.3	44.2	1.4	pinocarvone (14.7%); eucalytol (13.4%); linalool (6.1%); α -pineno (3.6%)	76	Planta masculina. Dolor de estómago, preparación de bebidas aromáticas. (Morocho 2015).
<i>H. luteynii</i> Todzia -Ecuador-	83.2	2.1	13.7	-	α -felandreno (32.7%); α -pineno (13.2%); (Z)- β -ocimeno (11%); sylvestrene (7%).	28	Hojas (este trabajo) Pururug colorado, borracho, tarqui, cashco, guayusa andina, granizo, granicillo, y majagua (Colombia), Canela, borracho, congo. Dolor abdominal, diurético, diaforético, digestivo, afrodisiaco, antiséptico, neuralgia, reumatismo, calambres estomacales (Gupta, 2006).

- Acebey L., V. Jullian, D. Sereno, et al. 2010. Anti-leishmanial lindane sesquiterpenes from *Hedyosmum angustifolium*. *Planta Medica*, 76(4), 365–368. DOI: 10.1055/s-0029-1186192.
- Adams R. 2007. Identification of essential oils components by gas chromatography/ mass spectroscopy. (A. P. Corporation, Ed.) (4th edición). Carol Stream, Illinois. USA.
- Antonelli A. & I. Sanmartín. 2011. Mass Extinction, gradual cooling, or rapid radiation? reconstructing the spatiotemporal evolution of the ancient angiosperm genus *Hedyosmum* (Chloranthaceae) using empirical and simulated approaches. *Systematic Biology*, 60(5), 596–615. DOI: 10.1093/sysbio/syr062
- Ballesteros-García, P., Claramunt-Vallespi, R., Sanz del Castillo, D., & Teso-Vilar, E. (2013). *Química orgánica avanzada*. Madrid España: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Retrieved from www.uned.es/publicaciones
- Binnewies M., R. Glaum, M. Schmidt & P. Schmidt. 2013. Chemical vapor transport reactions - A historical review. *Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie*, 639(2), 219–229. DOI: 10.1002/zaac.201300048
- Cardenas L.C., J. Rodriguez, M.C. Villaverde, et al. 1993. The analgesic activity of *Hedyosmum-Bonplandianum* - Flavonoid Glycosides. *Planta Medica*, 59, 26–27. DOI: 10.1055/s-2006-959597
- Carlquist, S. (1992). Wood anatomy of *Hedyosmum* (Chloranthaceae) and the tracheid-vessel element transition. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*, 13(3), 447–462. DOI: 10.5642/aliso.19921303.04
- Danis, M., J. Ortega, N. Peña, L. Rojas, & Y. Cepeda. (2012). Composición química del aceite esencial de *Hedyosmum glabratum*. *Ciencia*, 20. <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/ciencia/article/view/10071>.
- Davies N.W. 1990. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases. *Journal of Chromatography*, 503, 1–24. DOI: 10.1016/S0021-9673(01)81487-4
- De Feo V. & R. Urrunaga Soria. 2007. Composition of the Essential Oil of *Hedyosmum scabrum* (R. et P.) Solms (Chloranthaceae). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 10(1), 41–45. DOI: 10.1080/0972060X.2007.10643517
- Delgado, P.A., C.E. Quijano, G. Morales & J.A. Pino. 2010. Composition of the Essential Oil From Leaves and Fruits of *Hedyosmum colombianum* Cuatrec. Grown in Colombia. *Journal of Essential Oil Research*, 22(May/June). DOI:10.1080/10412905.2010.9700312.
- Falk A.A., M.T. Hagberg, A. E. Lof, et al. 1990. Uptake, distribution and elimination of alpha-pinene in man after exposure by inhalation. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16, 372–378. <http://www.jstor.org/stable/40965820>
- Gallucci S., A.P. Neto, C. Porto, et al. 2010. Essential oil of *Eugenia uniflora* L.: An industrial perfumery approach. *Journal of Essential Oil Research*, 22(2), 176–179. DOI:10.1080/10412905.2010.9700296
- Gil M.L., J. Jimenez, M.A. Ocete, et al. 1989. Comparative study of different essential oils of *Bupleurum gibraltaricum* Lamarck. *Pharmazie*, 44, 284–287. <http://europepmc.org/abstract/med/2772005>
- Guerrini A., G. Sacchetti, A. Grandini, et al. 2016. Cytotoxic Effect and TLC Bioautography-Guided Approach to Detect Health Properties of Amazonian *Hedyosmum sprucei* Essential Oil. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. DOI:10.1155/2016/1638342
- Gupta M.P. 2006. Medicinal plants originating in the andean high plateau and central region of Bolivia, Ecuador and Peru. The future of products of the andean high plateau and central valleys. REPORT. Submitted to the United Nations Industrial Development Organization, in relation to the Special Service Agreement SSA No. 06-705/A/JP Index Number E940596. <http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/123456789/1455>
- IPZS (Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato). 2002. *Farmacopea ufficiale della Repubblica Italiana* (11th Ed.). Roma-Italy.
- Kirchner K., A. Wisniewski, A.B. Cruz, et al. 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of *Hedyosmum brasiliense* Miq., Chloranthaceae, essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 20(5), 692–699. DOI: 10.1590/S0102-695X2010005000005
- Kumari S., S. Pundhir, P. Priya, et al. 2014. EssOilDB: A database of essential oils reflecting terpene composition and variability in the plant kingdom. DOI:10.1093/database/bau120
- Liu S., S. Wang, S. Song, et al. 2017. Characteristic differences in essential oil composition of six *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. (Rutaceae) cultivars and their biological significance. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, 18(10), 917–920. DOI: 10.1631/jzus.B1700232)
- Lorenzo D., I. Loayza & E. Dellacassa. 2003. Composition of the essential oils from leaves of two *Hedyosmum* spp. from Bolivia. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(1), 32–35. DOI: 10.1002/ffj.1146
- Morocho Zaragocín, S.V. 2015. Valutazione ecologica, studio fitochimico ed analisi dell'olio essenziale di *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.) Solms (Chloranthaceae), dalla Provincia di Loja e Zamora - Ecuador. Università Degli studi di Pavia. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1724/1/T-SENESCYT-00820.pdf>
- Mundina M., R. Vila, F. Tomi, et al. 2000. Composition of the essential oils from leaves and fruits of three *Hedyosmum* species from Costa Rica. *Flavour and Fragrance Journal*, 15(3), 201–205. DOI: 10.1002/1099-1026(200005/06)15:3<201::AID-FFJ893>3.0.CO;2-I
- Murakami C., I. Cordeiro, M. Scotti, et al. 2017. Chemical Composition, Antifungal and Antioxidant Activities of *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae) Essential Oils. *Medicines*, 4(3), 55. DOI: 10.3390/medicines4030055
- Nitsche R., H.U. Bölsterli & M. Lichtensteiger. 1961. Crystal growth by chemical transport reactions-I. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 21(3/4), 199–205. DOI:10.1016/0022-3697(61)90098-1
- Palá-Paúl J. 2002. Contribución al conocimiento de los aceites esenciales del género “*Eryngium*” L, en la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Biología Vegetal I (Botánica). <http://eprints.ucm.es/4593/>
- Panda H. 2008. *Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals (Rosin, Terpene Derivatives, Tall Oil, Resin & Dimer Acids)*. New Delhi - India: Discovery Publishing House.
- Perry N.S., P.J. Houghton, A. Theobald, et al. 2000. In-vitro inhibition of human erythrocyte acetylcholinesterase by *Salvia lavandulaefolia* essential oil and constituent terpenes. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 52, 895–902. DOI:10.1211/0022357001774598.
- Singh G. 2007. *Chemistry of Terpenoids and Carotenoids*. Sachin Printers, Delhi-India.
- Sylvestre M., A. Pichette, A. Longtin, et al. 2007. Chemical Composition of Leaf Essential Oil of *Hedyosmum arborescens* and Evaluation of Its Anticancer Activity. *Natural Product Communications*, 2(12), 1269–1272.
- Todzia C.A. 2012. Four New Species of *Hedyosmum* (Chloranthaceae) from South America. *Systematic Botany*, 13(1), 21–31. <http://www.jstor.org/stable/2419238>.
- Ulloa-Ulloa C., P. Acevedo-Rodríguez, S. Beck, et al. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science*, (358), 1614–1617. DOI: 10.1126/science.aao0398.
- Ulloa-Ulloa C. & P.M. Jorgensen. 1993. *Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador* (No. Report 30. 2da ed.). Abya-Yala, Quito Ecuador. Retrieved from <http://www.efloras.org>.
- Zamora-Burbano A.M. & Da.E. Arturo-Perdomo. 2016. Composición química del aceite esencial de hojas *Hedyosmum translucidum* Cuatrec. Chloranthaceae (Granizo). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 15(3), 192–198. http://www.blacpma.usach.cl/sites/blacpma/files/articulo_7_-_1030_-_192_-_198_0.pdf