



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA BIOLÓGICA**

**TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Extracción y caracterización química de aceites esenciales de cinco especies de  
Briófitas de la Región Sur del Ecuador**

**TRABAJO DE TITULACION**

**AUTOR: Vidal Barba, Valeria Stefania**

**DIRECTOR: Valarezo Valdez, Benito Eduardo, Ph.D.**

**LOJA – ECUADOR**

**2016**



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2016

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph.D.

Benito Eduardo Valarezo Valdez

DOCENTE DE TITULACION

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Extracción y caracterización química de aceites esenciales de cinco especies de Briófitas de la Región Sur del Ecuador realizado por Valeria Stefanía Vidal Barba ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Septiembre 2016

f) \_\_\_\_\_

## DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Valeria Stefania Vidal Barba declaro ser autora del presente trabajo de titulación: **“Extracción y caracterización química de aceites esenciales de cinco especies de Briófitas de la Región Sur del Ecuador”**, de la Titulación de Bioquímica y Farmacia, siendo Benito Eduardo Valarezo Valdéz director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f) \_\_\_\_\_

Valeria Stefania Vidal Barba

1104492754

## DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a Dios y la Virgencita quienes supieron guiarme por el buen camino, darme fuerza para salir adelante y no desmayar ni desanimarme en los problemas que se me presentaban.*

*A mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, sin ellos no hubiera sido posible seguir adelante, cada logro de mi vida en gran parte se lo debo a ellos, y por ser el ejemplo de mi más profunda admiración.*

*A ti corazón por ser mi compañero, mi amigo y sobretodo mi gran amor y a mi hija María Paulita por ser el motivo de mi inspiración para salir adelante, por el amor y confianza que ambos depositaron en mí, por motivarme cada día, y en el amor de Cristo animarme.*

*A mi hermana por alentarme con sus consejos, de igual manera a mis abuelitos Melvita y Belito por su apoyo incondicional durante todo este trayecto de vida universitaria, por sus oraciones y por preocuparse.*

Valeria Vidal

## AGRADECIMIENTO

*Le doy gracias al Padre Santo mi creador, por hacer bella mi historia, por fortalecer mi corazón e iluminarme mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, por haberme permitido culminar satisfactoriamente y con éxitos mis metas profesionales.*

*Así mismo expreso mi sincero agradecimiento al Ph.D. Eduardo Valarezo director de mi tesis, quien con sus sabias enseñanzas y tutela me supo guiar en la realización y culminación del presente trabajo, de igual manera dirijo mi agradecimiento al Ing. Angel Benítez por la colaboración prestada desde el inicio del trabajo.*

*A las personas que conforman el Instituto de Química Aplicada por brindarme su ayuda en todo lo que necesité.*

*Y finalmente agradezco a aquellas personas quienes me motivaron cada momento para conseguir este triunfo mi esposo, mi hija, mis padres, hermana y abuelitos.*

Valeria Vidal

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
1.1 Aceites esenciales.....	5
1.1.1. Extracción.....	5
1.1.2. Clasificación.....	6
1.1.2.1 <i>Composición</i> .....	7
1.1.2.2 <i>Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas</i> .....	7
1.1.3. Propiedades físicas de los aceites esenciales.....	9
1.1.4. Aplicaciones.....	9
1.2 Plantas aromáticas.....	9
1.2.1. Antecedentes históricos.....	9
1.2.2. Generalidades.....	10
1.3 Flora Ecuatoriana.....	11
1.3.1. Flora aromática del Ecuador.....	12
1.4 Briófitas .....	12
1.4.1. Musgos.....	14

1.4.1.1 <i>Campylopus richardii</i> .....	14
1.4.1.2 <i>Macromitrium perreflexum</i> .....	16
1.4.1.3 <i>Leptodontium viticulosoides</i> .....	17
1.4.2. Hepáticas.....	18
1.4.2.1 <i>Frullania brasiliensis</i> .....	18
1.4.2.2 <i>Herbertus juniperinus</i> .....	20
1.4.3. Antoceros.....	21
1.5 Aceites esenciales en briófitas .....	21
CAPITULO II.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1 Diseño experimental.....	24
2.1.1. Recolección de la materia vegetal.....	25
2.1.2. Determinación de Humedad.....	25
2.1.3. Extracción de aceites esenciales. ....	26
2.1.3.1 <i>Determinación del rendimiento</i> .....	28
2.1.3.2 <i>Recolección del aceite esencial</i> . ....	28
2.1.4 Determinación de la composición química. ....	28
2.1.4.1 <i>Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y al detector de ionización en llama</i> .....	28
2.1.4.1.1 <i>Preparación de las muestras</i> .....	29
2.1.4.1.2 <i>Corrida cromatográfica en la columna DB-5MS acoplada a espectrometría de masas</i> .....	30
2.1.4.1.3 <i>Corrida cromatográfica en la columna HP-INNOWAX acoplada a espectrometría de masas</i> .....	31
2.1.4.1.4 <i>Identificación cualitativa y cuantitativa de los compuestos químicos del aceite esencial</i> . ....	32
CAPÍTULO III.....	33
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	33



3.1 Recolección de materia vegetal.....	34
3.2 Humedad.....	34
3.3 Rendimiento.....	36
3.3 Composición química del aceite esencial de las cinco especies de Briófitas.....	37
3.3.1. Análisis cualitativo y cuantitativo.....	37
3.3.1.1 <i>Datos espectrales de los compuestos no identificados.</i> ....	64
Figura 42. Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna DB5-MS....	68
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	86
ANEXO I.....	87
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	87
ANEXO II.....	88
ANEXO III.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ÍNDICES DE KOVATS.....	89

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de un cromatógrafo de gases.....	8
<b>Figura 2.</b> Muestra botánica de <i>Campylopus richardii</i> .....	15
<b>Figura 3.</b> Muestra botánica de <i>Macromitrium perreflexum</i> .....	17
<b>Figura 4.</b> Muestra botánica de <i>Leptodontium viticulosoides</i> .....	18
<b>Figura 5.</b> Muestra botánica de <i>Frullania brasiliensis</i> .....	19
<b>Figura 6.</b> Muestra botánica de <i>Herbertus juniperinus</i> .....	20
<b>Figura 7.</b> Esquema del diseño experimental .....	24
<b>Figura 8.</b> Lámpara ULTRAX y desecador.....	26
<b>Figura 9.</b> Partes de un equipo de extracción de aceites esenciales. ....	26
<b>Figura 10.</b> Proceso de destilación.....	27
<b>Figura 11.</b> Cromatógrafo de Gases .....	29
<b>Figura 12.</b> Viales con diclorometano y aceite esencial.....	29
<b>Figura 13.</b> Condiciones operacionales para CG-EM en la columna DB-5MS. ....	30
<b>Figura 14.</b> Condiciones operacionales para CG-EM en la columna HP-INNOWAX.....	31
<b>Figura 15.</b> Área de recolección de las especies <i>Macromitrium perreflexum</i> , <i>Campylopus richardii</i> , <i>Herbertus juniperinus</i> , <i>Leptodontium viticulosoides</i> , y <i>Frullania brasiliensis</i> .....	34
<b>Figura 16.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Frullania brasiliensis</i> obtenido en la columna DB- 5MS .....	39
<b>Figura 17.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Frullania brasiliensis</i> obtenido en la columna HP-INNOWAX.....	39
<b>Figura 18.</b> Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS <i>Frullania brasiliensis</i> .....	42
<b>Figura 19.</b> Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX <i>Frullania brasiliensis</i> .....	42
<b>Figura 20.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Campylopus richardii</i> en la columna DB-5MS.....	44
<b>Figura 21.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Campylopus richardii</i> en la columna HP-INNOWAX.....	44
<b>Figura 22.</b> Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS de <i>Campylopus richardii</i> .....	47
<b>Figura 23.</b> Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de <i>Campylopus richardii</i> ....	47

<b>Figura 24.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Macromitrium perreflexum</i> obtenido en la columna DB-5MS .....	49
<b>Figura 25.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Macromitrium perreflexum</i> obtenido en la columna HP-INNOWAX.....	49
<b>Figura 26.</b> Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS de <i>Macromitrium perreflexum</i> .....	52
<b>Figura 27.</b> Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de <i>Macromitrium perreflexum</i> .....	52
<b>Figura 28.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Leptodontium viticulosoides</i> obtenido en la columna DB-5MS .....	54
<b>Figura 29.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Leptodontium viticulosoides</i> obtenido en la columna HP-INNOWAX .....	54
<b>Figura 30.</b> Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS de <i>Leptodontium viticulisoides</i> . ...	57
<b>Figura 31.</b> Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de <i>Leptodontium viticulisoides</i> .....	57
<b>Figura 32.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Herbertus juniperinus</i> en la columna DB-5MS.....	59
<b>Figura 33.</b> Perfil cromatográfico del aceite esencial de <i>Herbertus juniperinus</i> en la columna HP-INNOWAX.....	59
<b>Figura 34.</b> Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS <i>Herbertus juperinus</i> .....	62
<b>Figura 35.</b> Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX <i>Herbertus juperinus</i> .....	62
<b>Figura 36.</b> Compuesto no identificado en <i>Frullania brasiliensis</i> en HP-INNOWAX .....	64
<b>Figura 37.</b> Compuesto no identificado en <i>Frullania brasiliensis</i> en la columna HP-INNOWAX ..	65
<b>Figura 38.</b> Compuesto no identificado en <i>Frullania brasiliensis</i> en la columna HP-INNOWAX ..	65
<b>Figura 40.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna DB5-MS.....	66
<b>Figura 39.</b> Compuesto no identificado en <i>Frullania brasiliensis</i> en la columna HP-INNOWAX ..	66
<b>Figura 41.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna DB5-MS.....	67
<b>Figura 42.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna DB5-MS.....	68
<b>Figura 43.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna DB5-MS.....	68
<b>Figura 44.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna HP-INNOWAX..	69
<b>Figura 45.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna HP-INNOWAX..	69
<b>Figura 46.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna HP-INNOWAX..	70
<b>Figura 47.</b> Compuesto no identificado en <i>Campylopus richardii</i> en la columna HP-INNOWAX ..	70

- Figura 48.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX..71
- Figura 49.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en ambas columnas .....72
- Figura 50.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS..73
- Figura 51.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS..73
- Figura 52.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columna INNOWAX74
- Figura 53.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS..74
- Figura 54.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS..75
- Figura 55.** Compuesto no identificado en *Leptodontium viticulosoides* en la columna DB-5MS..76
- Figura 56.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna DB-5MS .....76
- Figura 57.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX..77
- Figura 58.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX..77
- Figura 59.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX..78
- Figura 60.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX..78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Humedad Relativa de <i>Frullania brasiliensis</i> .....	35
Tabla 2. Humedad Relativa de <i>Campylopus richardii</i> .....	35
Tabla 3. Humedad Relativa de <i>Macromitrium perreflexum</i> .....	35
Tabla 4. Humedad Relativa de <i>Leptodontium viticulosoides</i> .....	35
Tabla 5. Humedad Relativa de <i>Herbertus juniperinus</i> .....	36
Tabla 6. Determinación del rendimiento.....	37
Tabla 7. Composición química de <i>Frullania brasiliensis</i> .....	40
Tabla 8. Composición química de <i>Campylopus richardii</i> .....	45
Tabla 9. Composición química de <i>Macromitrium perreflexum</i> .....	50
Tabla 10. Composición química de <i>Leptodontium viticulosoides</i> .....	55
Tabla 11. Composición química de <i>Herbertus juniperinus</i> .....	60

## RESUMEN

La química de las briófitas es aún poco conocida, por lo que existen pocos estudios relacionados a este tema. En la presente investigación se realizó la extracción y caracterización química de aceites esenciales de cinco especies de briófitas de la Región Sur del Ecuador. Las cinco especies fueron recolectadas en los Cerros el Tiro y Toledo, el aceite esencial se obtuvo mediante destilación por arrastre de vapor, la composición química se analizó por cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas (CG/MS), los compuestos identificados fueron: en *Frullania brasiliensis* 44 compuestos, *Campylopus richardii* 44 compuestos, *Macromitrium perreflexum* 41 compuestos, *Leptodontium viticulosoides* 50 compuestos, *Herbertus juniperinus* 48 compuestos. Los componentes mayoritarios fueron: T-muurolol (32.14%) en *Frullania brasiliensis*; T-muurolol (15,13%) en *Campylopus richardii*; Selina-3,11-dien-6 $\alpha$ -ol (19,71%) en *Macromitrium perreflexum*;  $\beta$ -Selinene (13,52%); en *Leptodontium viticulosoides*: Bicyclogermacrene (18,23%) en *Herbertus juniperinus*.

PALABRAS CLAVE: Briófitas, CG/MS, composición química, aceite esencial.

## ABSTRACT

The chemistry of briophytes is a little known, so there is few studies related to this topic. In this investigation the extraction and chemical characterization of essential oils of five species of bryophytes of the Southern Region of Ecuador was performed. All five species were collected in the hills Tiro and Toledo, the essential oil was obtained by distillation by steam stripping, chemical composition was analyzed by gas chromatography coupled to mass spectrophotometry (GC/MS), the compounds identified were: in *Frullania brasiliensis* 44 compounds, *Campylopus richardii* 44 compounds, *Macromitrium perreflexum* 41 compounds, *Leptodontium viticulosoides* 50 compounds, *Herbertus juniperinus* 48 compounds. The main components were: T-muurolol (32.14%) in *Frullania brasiliensis*; T-muurolol (15,13%) in *Campylopus richardii*; Selina-3,11-dien-6 $\alpha$ -ol (19,71%) in *Macromitrium perreflexum*;  $\beta$ -Selinene (13,52%); in *Leptodontium viticulosoides*: Bicyclogermacrene (18,23%) in *Herbertus juniperinus*.

Keyword: briophytes, GC-MS, chemical composition, essential oils.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio consiste en la determinación de la composición química, del aceite esencial de cinco especies de briofitas. Se desarrolla en 3 capítulos, el primer capítulo titulado Marco Teórico trata sobre el estado del arte de este tema, en el segundo capítulo se da a conocer las técnicas y los materiales utilizados para llevar a cabo la investigación y en el capítulo 3 se expone y analiza los resultados. Esta investigación contribuye al estudio de la flora aromática de Región Sur del Ecuador. Con este estudio se aumenta el conocimiento sobre la existencia de los aceites esenciales sus propiedades y usos para aplicaciones en las diferentes industrias tales como: Farmacéutica, Cosmética y Alimenticia, alimentando, la información es también alimentada en el Catálogo de Plantas Aromáticas. Una vez conocida la composición química, de los aceites esenciales de la región del Sur del Ecuador, los mismos pueden ser usados como materia prima para las diferentes industrias o para la formulación de subproductos.

El objetivo general del presente estudio, es determinar los componentes químicos presentes en las cinco especies de briófitas, y los objetivos específicos son: la extracción del aceite esencial de *Frullania brasiliensis*, *Campylopus richardii*, *Macromitrium perreflexum*, *Leptodontium viticulosoides* y *Herbertus juniperinus*; determinar la composición química como también establecer los compuestos mayoritarios y su importancia a nivel industrial; de igual manera contribuir al desarrollo de nuevos estudios sobre Briófitas, dichos objetivos fueron desarrollados en su totalidad. Para lo cual se inició con la recolección del material vegetal, luego se le extrajo el aceite esencial mediante arrastre con vapor, se determinó la composición química utilizando cromatografía de gases acoplada a Espectrometría de masas CG/MS.



## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

## **1.1 Aceites esenciales**

Los aceites esenciales (AE o AEs), también denominados esencias o aceites volátiles, son mezclas de sustancias obtenidas de plantas, que presentan como características principales su compleja composición química y su carácter fuertemente aromático, refiriéndose al término aroma y no al concepto químico de aromaticidad. De los millones de plantas existentes en nuestro planeta, se conocen alrededor de 4000 aceites esenciales distintos, aunque evidentemente, no todas las plantas contienen estas sustancias y existen algunas que presentan una concentración tan baja que hace imposible su obtención práctica (Ortuño 2006).

Los AEs poseen una química compleja, aunque generalmente consisten en una mezcla de un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas como: hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, etc., de peso molecular menor de 400 Da y presión de vapor suficientemente alta para volatilizarse a temperatura ambiente; son derivadas del metabolismo secundario de las plantas y asociadas o no a otros componentes (Vargas & Bottia 2008). Generan diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. Bajo condiciones de temperatura ambiental, son líquidos poco densos pero con mayor viscosidad que el agua (Rodríguez et al. 2012).

Los AEs son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes), la elaboración de ambientadores, perfumes, licores (Mosalve 2007). Los AEs se clasifican en base a diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios (Cerutti & Neumayer 2004).

Estas sustancias son formas altamente concentradas de la parte de la planta de la cual se extraen, son sustancias aromáticas que sólo la naturaleza puede producir (Stashenko 2009). Este recurso natural, de alto valor ambiental y gran potencial económico, actualmente no es aprovechado en forma sostenible (Condori et al. 2012).

### **1.1.1. Extracción.**

El proceso de extracción de aceites esenciales se da mediante arrastre con vapor, es el método más usado a nivel industrial y de laboratorio, permite obtener Aceites Esenciales con buen

rendimiento, y además, se puede procesar grandes cantidades de material vegetal (Mosalve 2007).

Este procedimiento consiste en obtener el aceite esencial de una planta aromática mediante la aplicación de una fuente de calor externa, conforme el calor entra en contacto con la materia prima, la calienta y va liberando el aceite esencial contenido en ella, y este a su vez se va volatizando, al ser soluble es arrastrado corriente arriba donde forma una mezcla con el vapor saturado, esta mezcla es enfriada y condensada en el condensador, al salir del condensador se obtiene una emulsión líquida, que posteriormente se separa en un florentino (Rodríguez et al. 2012).

### **1.1.2. Clasificación.**

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios. Según la consistencia se dividen en:

- Esencias fluidas: Líquidos muy volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos: Líquidos de consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse.
- Oleorresinas: Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.

Según su origen pueden ser:

- Naturales: Se obtienen directamente de la planta y no se somete a ninguna modificación posterior.
- Artificiales: Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de las esencias con uno de sus componentes.
- Sintéticas: Mezcla de compuestos obtenidos sintéticamente.

Y por la naturaleza de los compuestos mayoritarios:

- Monoterpenoides.
- Sesquiterpenoides
- Compuestos oxigenados (Martínez 2003).

### **1.1.2.1 Composición.**

Es característico en AEs la presencia de terpenos, fundamentalmente monoterpenos y sesquiterpenos; sin embargo, no todas los aceites esenciales están compuestos exclusivamente por terpenos, existen algunos que carecen de éstos y están constituidos por derivados bencénicos, fenoles, ésteres e hidrocarburos lineales, hasta por componentes difícilmente relacionados con las esencias, como alcaloides, glicósidos y una gran variedad de compuestos heterocíclicos como derivados piridínicos, aminas, sulfuros, etc (Mosalve 2007).

La composición química de los aceites esenciales depende de varios factores como: el origen botánico (la especie y la raza química de las que proceden), el ciclo vegetal (la composición y la proporción varían según la fase del ciclo vegetativo), las condiciones ambientales, las características del cultivo (suelo, riego, abonos, etc), y el procedimiento de obtención, ya que durante el mismo se puede alterar la composición del aceite esencial respecto al vegetal (Calderon & Guerrero 2013).

### **1.1.2.2 Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.**

La cromatografía de gases es una técnica separativa que tiene la cualidad de conseguir la separación de mezclas muy complejas. La fase móvil es un gas inerte, (nitrógeno o helio) que transporta la muestra volatilizada en el inyector a través de la columna cromatográfica. La fase estacionaria generalmente está constituida por una columna de metil polisiloxano, o derivados de éste. Los diferentes compuestos se separan en función de su grado de volatilidad (punto de ebullición, peso molecular) y su afinidad por la fase estacionaria (Olguín & Rodríguez 2004).

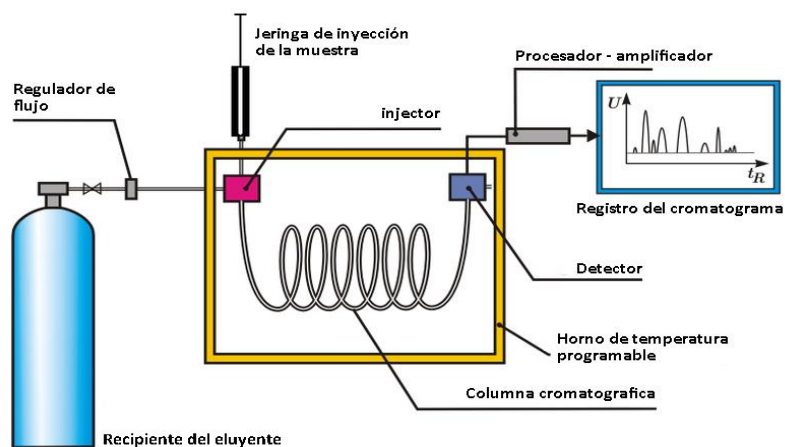
La mezcla de solutos a separar, una vez volatilizada, pasa a través de un tubo largo y estrecho (columna) con ayuda de un gas portador inerte, basándose la separación en las distintas velocidades de los solutos a su paso por la columna, los cuales van llegando a continuación al sistema de detección (Figura 1). Las señales del detector se registran adecuadamente obteniéndose una serie de picos que constituyen el cromatograma. La posición de los picos (tiempo de retención) se utiliza con fines cualitativos, mientras que el tamaño de los mismos se relaciona con la concentración de los solutos (Valcárcel & Gómez 1988).

Una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los componentes individuales de una muestra, el único dato de que disponemos para la identificación de cada uno de ellos es el tiempo de retención de los correspondientes picos cromatográficos. Este dato no es suficiente

para una identificación inequívoca, sobre todo cuando analizamos muestras con un número elevado de componentes (Gutiérrez & Droguet 2002).

Por otra parte, la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente. Por lo tanto, la asociación de las dos técnicas, GC (“Gas Chromatography”) y MS (“Mass Spectrometry”) da lugar a una técnica combinada GC-MS que permite la separación e identificación de mezclas complejas (Gutiérrez & Droguet 2002).

Durante las dos últimas décadas se ha demostrado que uno de los métodos más eficientes para el estudio de la composición de los aceites esenciales es la cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (CG-EM). Es un método muy adecuado para la identificación debido a que los componentes del aceite son compuestos volátiles y de bajo peso molecular. En el cromatógrafo, los componentes del aceite esencial se separan, tras lo cual penetran en el espectrómetro de masas, que permite registrar el correspondiente espectro de cada una de las sustancias separadas. Los constituyentes del aceite esencial se identifican gracias a los diferentes patrones de fragmentación que se observan en sus espectros de masas (Albarracín & Gallo 2003).



**Figura 1.** Diagrama de un cromatógrafo de gases.  
**Fuente:** Bretó (2007).

### **1.1.3. Propiedades físicas de los aceites esenciales.**

En general, son líquidos a temperatura ambiente, su densidad es inferior a la del agua. Poseen un índice de refracción elevado y la mayoría desvían la luz polarizada (Gonzalez 2004)

### **1.1.4. Aplicaciones.**

De los más de tres mil aceites esenciales analizados, se ha encontrado que más de doscientos tienen un alto valor comercial y se utilizan ampliamente en diferentes ramas de la industria: alimentos, jabones, ambientadores, perfumes, cosméticos, licores, insecticidas, fármacos, etc. Son empleados como aromatizantes y/o saborizantes, como ingredientes de algunos preparados farmacéuticos o son base de perfumes y productos cosméticos finos, desodorantes, lociones, jabones líquidos, pastas dentífricas. Algunos de los aceites esenciales poseen propiedades insecticidas y funguicidas y se utilizan en los preparados especiales (Gonzalez 2004).

## **1.2 Plantas aromáticas.**

### **1.2.1. Antecedentes históricos.**

La historia del hombre está estrechamente ligada con las plantas medicinales y aromáticas. Antes de conocer el fuego y domesticar a los animales, su subsistencia dependía en gran parte de las hierbas, los frutos, la miel y los jugos que extraía de las plantas. En el periodo neolítico, el hombre se vuelve sedentario y aparece la agricultura, se cultivan granos y plantas como el hinojo y el cilantro, las que se utilizaban como condimentos. También se inicia la fermentación de ciertos cereales con la ayuda de semillas aromáticas como el comino y el anís, se intenta realzar el sabor con hierbas aromáticas y se descubren sabores como el de la angélica y los frutos de la uva. Los griegos usaban plantas aromáticas en su medicina y las incorporaron a su mitología tejiendo leyendas. Es reconocido que las plantas medicinales y aromáticas constituyen un mercado cada vez más promisorio para los países iberoamericanos, en parte por el surgimiento en el ámbito mundial del “consumo verde”, que reconoce la unidad del hombre con la naturaleza y busca fuentes terapéuticas en ésta; y, en gran medida por la necesidad creciente de recuperar nuestras raíces, nuestra cultura y nuestra identidad (Fretes 2010).

### **1.2.2. Generalidades.**

Las plantas aromáticas y medicinales son un gran y diverso grupo de especies botánicas cada una de ellas con unas características biológicas propias y una adaptación diferenciada a las condiciones de clima y suelo (Fanlo et al. 2009). En los últimos años, la demanda de estas especies y los productos derivados de ellas, tanto en el mercado nacional como internacional, está experimentando un aumento constante (Fanlo et al. 2009).

Plantas aromáticas son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias. Representan alrededor de un 0,7% del total de las plantas medicinales (Fretes 2010).

Estas plantas incluyen todas las especies vegetales cuya importancia radica en poseer un aroma y/o sabor que la hace útil, esta propiedad está dada por componentes o fracciones volátiles que químicamente se denominan esencias o aceites esenciales, los principios activos especificados anteriormente se pueden encontrar en: hojas, tallos, bulbos, rizomas, raíces, flores, semillas y frutos (Forlin 2012).

Las plantas aromáticas son plantas que el hombre con el transcurso de los años viene estudiando, seleccionando y utilizando debido a sus propiedades organolépticas como olor, sabor, aroma y color; las cuales llamaron su atención y desde épocas remotas las consumió o dedicó a la destilación para el uso como perfumes (Correa 2014).

Según (Moré & Colom 2002) las plantas medicinales conforman una lista amplia y diversa de especies, muchas de las cuales no tienen un único uso. Así pues, hay diferentes ámbitos de utilización: en medicina, alimentación, perfumería, cosmética, decoración, ambientación, protección de vegetales, agricultura y apicultura. Algunos de estos usos, no obstante, sólo son de tipo doméstico.

Las plantas aromáticas y medicinales plantas pueden ser aprovechadas desde el punto de vista comercial o industrial de distintas maneras: como material vivo, material fresco, material desecado o para la obtención de extractivos (Correa 2014). El material entero se comercializa como plantas en maceta, para el uso hogareño y en jardines o como material reproductivo, y en el caso de material vegetal fresco la finalidad es fundamentalmente para uso alimenticio, para la elaboración de salsas, condimentos, comidas preelaboradas, fiambres, etc. (albahaca, perejil, estragón, nuez moscada, clavo, canela, etc.). Con referencia a los extractivos obtenidos de

plantas aromáticas, pueden ser: aceites esenciales, resinoides, concretos, absolutos, extractos crudos o purificados, oleorresinas, exudados naturales (bálsamos y resinas) (Correa 2014).

El uso tradicional de las plantas aromáticas, un tanto diferente a su uso comercial, se basa en teorías, creencias y experiencias de los oriundos de las diferentes culturas, sean estas explicables o no (Cardona & Barrientos 2011). La ventaja de la tradición, en este caso el uso de las aromáticas, es que encierra un conocimiento empírico valioso que puede ser utilizado con fines comerciales; el riesgo está en que ese conocimiento, si no se formaliza o aprovecha, se puede perder (Cardona & Barrientos 2011).

### **1.3 Flora Ecuatoriana.**

Los estudios de la vegetación del Ecuador fueron iniciados hace 200 años. Ciertamente, se puede decir que por Alexander von Humboldt; desde esta época varios botánicos han publicado descripciones de la vegetación y fitogeografía del Ecuador continental, estos investigadores serán descritos indicando el año de visita al país a continuación: Sodiro (1874), Diels (1937), Acosta-Solís (1969, 1976), Harling (1979), Cañadas (1983), Jorgensen & Yáñez (1999), entre los trabajos más sobresalientes (Cerna 2010).

La flora de este país ha sido desde siempre reconocida por ser inmensamente rica en plantas útiles; evidencias de esto se tienen en las crónicas de los misioneros que acompañaban a los conquistadores donde se hacía referencia al uso que daban los indígenas a las plantas que crecían en estos territorios (Balslev et al. 2008)

La flora Ecuatoriana es muy variada debido a la diversidad de los medios ecológicos, en Ecuador existen alrededor de veintidós mil especies vegetales diferentes (Patzelt 2004). La presencia de los Andes como factor altitudinal, ha dado como territorio ecuatoriano una fisionomía muy variada, es por eso que a pesar de estar situado en la zona tropical el Ecuador no es un país completamente tropical o tórrido sino que presenta la más amplia variedad de climas según la localización orográfica o topográfica, en cuanto a las condiciones geográficas y geomorfológicas, el territorio ecuatoriano está bajo la influencia de dos estaciones definidas como invierno y verano (Patzelt 2004).

Pero como ha sucedido con otros aspectos de la flora ecuatoriana, nadie en realidad conocía qué tan grande era la proporción de especies útiles en relación a la flora total; menos aún se



sabía cuáles eran utilizadas con más de un propósito o quién poseía la información sobre estos usos (Balslev et al. 2008).

Desde 1999, existe una regulación sobre normas y procedimientos para el registro y control de productos naturales de uso medicinal y establecimientos en donde se fabrican, almacenan y comercializan (Cañigueral et al. 2003). Además, en el Ministerio de Salud se ha formulado un programa sobre salud indígena y en la Región Amazónica se ejecutan algunos programas propiciados por organismos no gubernamentales, que llevan adelante pequeños proyectos de integración de las dos prácticas médicas, también hay referencias de trabajos con plantas medicinales y promoción de formas farmacéuticas tradicionales (Cañigueral et al. 2003).

### **1.3.1. Flora aromática del Ecuador.**

Ecuador se encuentra entre los 10 países de mayor biodiversidad del mundo y gracias a esta característica se puede obtener una gran gama de productos naturales destinados al consumo directo y a la industria, entre estos productos se destacan las plantas medicinales, incluyendo las hierbas aromáticas (Corrales 2012).

Existe una gran variedad de plantas aromáticas en Ecuador, las cuales en la actualidad siguen siendo muy utilizadas, aunque aún se desconocen todas las propiedades que tienen las mismas (Valverde 2015). Desde la antigüedad se han venido usando, especialmente en el campo; el afán por conocer todas estas propiedades terapéuticas que tienen las plantas han llevado a varios estudios, ya que aún no se conoce con exactitud todo el potencial que tienen las plantas medicinales. Se conoce que familias en el área rural y urbana disponen de numerosas plantas medicinales usándolas medicinalmente u ornamentalmente, pero es lamentable que las personas aún ignoren todas las propiedades y los usos que tienen consigo éstas (Valverde 2015).

### **1.4 Briófitas**

Las briófitas son un grupo muy importante en la evolución del reino vegetal, generalmente son pequeñas y habitan en ambientes muy variados, desde cerca del nivel del mar hasta las elevaciones más altas, en las selvas o en los desiertos (Glime 2007), su vida está íntimamente ligado al agua (Delgadillo & Cárdenas 1990).

Pertenecen a un grupo de organismos que se separaron tempranamente del resto de las plantas terrestres dando lugar a tres linajes diferentes: musgos y esfagnos (Div. Bryophyta),

hepáticas (Div. Hepatophyta) y antoceros (Div. Anthoceroophyta). Estos tres linajes presentan caracteres reproductores y estructurales comunes y exclusivos de ellos, por lo que de manera informal se les denomina briófitas (Cubas 2008). Las diferencias entre estos tres grupos radican en la morfología general de las plantas y en la estructura de los esporofitos, principalmente. (Larrain 2009).

Un gran número de briófitas (musgos en particular) han sido ampliamente utilizados como plantas medicinales en China, a curar quemaduras, contusiones, heridas externas, etc (Asakawa 2007)

Estas plantas son un componente importante en la vegetación natural del Ecuador y otros países andinos (Yáñez et al. 2006). La importancia de los mismos no es solamente evolutiva, más bien se trata del segundo grupo de plantas terrestres más diversificado, y aunque raramente dominan en cuanto a biomasa los ecosistemas, juegan un papel estabilizador crecientemente reconocido. De ser los grandes olvidados entre las plantas, han pasado en los últimos años a atraer gran número de estudiosos por su enorme potencial en biotecnología y bioindicación (Martínez & Núñez 2004).

Realizan la fotosíntesis y contribuyen con la producción del oxígeno que respiramos. También, sirven de refugio y alimento para pequeños animales y forman un suelo biológico para el crecimiento de otras plantas. Son buenas indicadores de la calidad del ambiente pues absorben rápidamente los contaminantes del aire y del agua, y los acumulan en sus cuerpos afectando su supervivencia (Salazar 2011). En los sitios con mucha contaminación no se observan briofitas o son muy escasas. En los bosques nubosos, los grandes crecimientos de briofitas actúan como esponjas, que absorben y retienen el agua de lluvia evitando la erosión de los suelos, proveyendo un ambiente húmedo para el crecimiento de esporas y semillas de otras plantas. (Salazar 2011). Se ha visto que en bosques lluviosos las comunidades de briófitas actúan como grandes esponjas que regulan el cauce de los ríos, protegiendo el suelo de inundaciones violentas y entregando agua constante durante los meses de verano a los ríos y arroyos que las desaguan (Larrain 2009). La flora de briófitas en el Ecuador es muy diversa. Se han reportado 950 especies de musgos (Churchill 1994; Churchill et al. 2000) y unas 700 especies de hepáticas. A pesar de eso, la diversidad de briófitas del Ecuador es poco conocida debido a que las colecciones provienen de áreas localizadas (León-Yáñez et al. 2006)

Existen factores ambientales que alteran la capacidad de las plantas para controlar la pérdida de agua como lo son: la temperatura, humedad del suelo, viento (Tracy & Hernández 2005).

Las primeras colecciones de briófitas en nuestro país fueron realizadas por Humboldt y Bondpland, las mismas que fueron descritas por W. J. Hooker; W. Jameson probablemente hizo la más extensiva colección de musgos entre 1820 y 1850 (Toapanta 2000).

Basado en un estudio florístico de briófitas del sur de Ecuador, se han informado de ocho especies nuevas para el país (*Mastigolejeunea auriculata*, *Metzgeria cylindra*, *M. saccata*, *Plagiochila martiana*, *Porella leiboldii*, *Riccia crassifrons*, *Sematophyllum steyermarkii*, *Zoopsidella caledonica*), y varias especies nuevas para las provincias de El Oro, Loja o Zamora Chinchipe. En las provincias de el Oro, Loja y Zamora Chinchipe. *Metzgeria saccata* y *Zoopsidella caledonica* se registran por primera vez. Las especies *Fissidens hydropogon* y *Lepidopilum caviusculum*, son musgos semiacuáticos raros recolectados por Richard Spruce en la provincia de Pastaza (río Bombanasa) en 1857 y nunca visto de nuevo (Benitez & Gradstein 2011).

#### **1.4.1. Musgos.**

Los musgos (Clase Bryopsida) se reconocen por sus filídios en forma de lanza, por veces con nervura, dispuestos en espiral (simetría radiada) al largo de un caulidio, que puede ser erecto (musgos acrocárpicos) o rastejante (musgos pleurocárpicos). La generación esporófito es generalmente formada por un pie (conjunto de células que están inmersas en los tejidos del gametófito, de los cuales reciben nutrientes), una seda (filamento más o menos largo, no ramificado) que soporta una única cápsula (local donde se forman los esporos) (Rosalina 2010).

##### **1.4.1.1 *Campylopus richardii*.**

Es moderadamente robusta, gruesa en los mechones sueltos, tiene 1-5 cm de altura, son de color negro brillante en la parte inferior y amarillento en las puntas; cuando está seco, se reduce gradualmente el largo a 5-7 mm (Sharp., 1993).

*Campylopus richardii* (Figura 2) ha sido registrada en el Ecuador en la provincias de Azuay, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Loja, Napo, Pichincha, Tungurahua y Zamora Chimchipe.

**Clasificación taxonómica de *Campylopus richardii* Brid.**

Reino: Plantae

Filo: Bryophyta

Clase: Bryopsida

Familia: Dicranaceae

Género: *Campylopus*

Especie: *richardii*

Nombre Científico: *Campylopus richardii*

Clasificador: Brid.



**Figura 2.** Muestra botánica de *Campylopus richardii*  
**Fuente:** Rodríguez (2016).

#### **1.4.1.2 *Macromitrium perreflexum*.**

En Ecuador se ha registrado en las provincias de Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, entre las notas ecológicas es descrita como epífila en subpáramo, epífita en arbustos (Figura 3).

#### **Clasificación taxonómica de *Macromitrium perreflexum* Steere**

Reino: Plantae

Filo: Bryophyta

Clase: Bryopsida

Familia: Orthotrichaceae

Género: *Macromitrium*

Especie: *perreflexum*

Nombre Científico: *Macromitrium perreflexum*

Clasificador: Steere



**Figura 3.** Muestra botánica de *Macromitrium perreflexum*  
**Fuente:** Rodríguez (2016).

#### **1.4.1.3 *Leptodontium viticulosoides*.**

Plantas de color verde amarillento a marrón oscuro, en mechones sueltos. Poseen caulídios erectos o irregularmente ramificados, a menudo son muchos de color marrón rojizo, ramas sin hojas. Se ha registrado en Ecuador en las provincias de Azuay, Pichincha y Zamora Chinchipe.

Generalmente habita en troncos de árbol o en la tierra en los bosques (Figura 4).

#### **Clasificación taxonómica de *Leptodontium viticulosoides* (P. Beauv.) Wijk & Margad.**

Reino: Plantae

Filo: Bryophyta

Clase: Bryopsida

Familia: Pottiaceae

Genero: *Leptodontium*

Especie: *viticulosoides*

Nombre Científico: *Leptodontium viticulosoides*

Clasificador: (P. Beauv.) Wijk & Margad.



**Figura 4.** Muestra botánica de *Leptodontium viticulosoides*  
**Fuente:** Rodríguez (2016)

#### **1.4.2. Hepáticas.**

Al contrario de los musgos, las hepáticas (Clase Marchantiopsida) presentan simetría bilateral, y aunque la mayoría de las especies, conocidas como hepáticas folhosas posea filídios (de forma orbicularnunca lanceolada, por veces recortados o laciniados, y siempre sin nervura), algunas especies tienen el aspecto de un talo o cinta, con ramificaciones aproximadamente dicotómicas formadas por varias capas de células, más o menos diferenciadas (las hepáticas talosas). Los esporófitos son muy frágiles y la seda, transparente, es mantenida erecta por la presión del agua (Rosalina 2010).

##### **1.4.2.1 *Frullania brasiliensis*.**

Como se puede apreciar en la (Figura 6) debido a su pequeña morfología, las hepáticas son difíciles de clasificar e identificar. Sin embargo, son una fuente rica de terpenoides y compuestos aromáticos, muchas hepáticas son endémicas del hemisferio Sur, incluyendo Oceanía y América del Sur (Nagashima & Asakawa 2011).

Hábitat: Crece sobre corteza, ramas muy finas, sobre hojas y rocas. Se encuentra en cualquier tipo de bosque, o en ramas que caídas. Frecuentan ambientes muy abiertos, 0-4000 msnm. (De Klee et al. 2007).

**Clasificación taxonómica de *Frullania brasiliensis* Raddi**

Reino: Plantae

Filo: Marchantiophyta

Clase: Jungermanniopsida

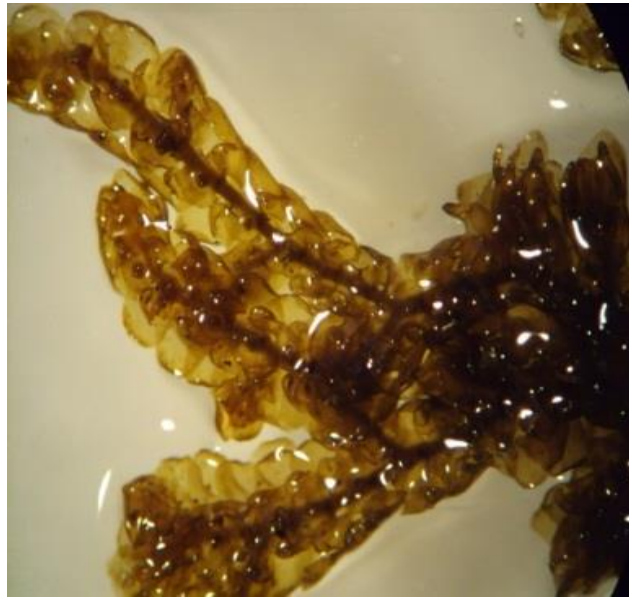
Familia: Frullaniaceae

Género: *Frullania*

Especie: *brasiliensis*

Nombre Científico: *Frullania brasiliensis*

Clasificador: Raddi



**Figura 5.** Muestra botánica de *Frullania brasiliensis*  
**Fuente:** Benitez (2016)



#### 1.4.2.2 *Herbertus juniperinus*.

En la (Figura 5) se muestra la especie *Herbertus juniperinus*. Es foliosa, poco abundante en forma de tepe alto con ramas divergentes, sobre corteza de árbol, madera en descomposición y raíz aflorante; en ambientes parcialmente oscuros y húmedos.

Se encuentra distribuido en las provincias de Loja, Napo, Carchi y Zamora Chinchipe.

#### **Clasificación taxonómica de *Herbertus juniperinus* (Sw.) Spruce**

Reino: Plantae

Filo: Bryophyta

Clase: Jungermannopsida

Familia: Herbertaceae

Género: *Herbertus*

Especie: *juniperinus*

Nombre Científico: *Herbertus juniperinus*

Clasificador: (Sw.) Spruce



**Figura 6.** Muestra botánica de *Herbertus juniperinus*

**Fuente:** Rodriguez (2016)

### **1.4.3. Antoceros.**

Los antoceros (Clase Anthocerotopsida), morfológicamente más semejantes a hepáticas talosas, se distinguen de estas por la presencia de un único cloroplasto en cada célula (característica única en el Reino Vegetal, pero presente en algunas algas) y por la forma cilíndrica, de crecimiento indeterminado de su esporófito, cuya cápsula abre en dos valvas (Rosalina 2010).

### **1.5 Aceites esenciales en briófitas**

La química de las briófitas es aún poco conocida, y los resultados sobre este tema son muy dispersos. Hasta la fecha solo el 5% total de las Briófitas se han estudiado químicamente (Neill 2007). A pesar de que los musgos son más numerosos que las hepáticas, en términos químicos mucha menos atención se les ha dedicado a ellos, además solo un número limitado de musgos se ha estudiado con respecto a aceites esenciales (Neill 2007).

En la mayoría de los artículos referentes a la química de los musgos se mencionaba la ausencia o trazas de compuestos terpenoides, aunque más tarde investigaciones mostraron la presencia de una gran variedad de terpenos, además de alifáticos y aromáticos (Ücuncu et al. 2010).

Las hepáticas producen una gran variedad de terpenoides lipofílicos, compuestos aromáticos y acetogeninas. Muchos de estos constituyentes tienen olores característicos, picor, y la amargura, además de mostrar una extraordinaria variedad de actividades biológicas y propiedades medicinales (Asakawa 2007).



## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

## 2.1 Diseño experimental

La Investigación se realizó en el Departamento de Química, Sección de Ingeniería de Procesos de la Universidad Técnica Particular de Loja (Figura 7).



**Figura 7.** Esquema del diseño experimental  
**Fuente:** La autora (2016)

### **2.1.1. Recolección de la materia vegetal.**

Las especies recolectadas fueron *Macromitrium perreflexum* con el número de colección (AB-1101), *Campylopus richardii* con el número de colección (AB-1103), *Herbertus juniperinus* con el número de colección (AB-149), *Leptodomtium viticulosoides* con el número de colección (AB-650), se recolectaron en el Cerro “El Tiro” que cubre las partes orientales de la provincia de Loja y el norte de la Provincia de Zamora-Chinchipec con las siguientes coordenadas (3°58'59" S 79°8'5" W), y con altitud de 2800-3200m. En cuanto a la especie *Frullania brasiliensis* con el número de colección (AB-879) fue recolectada en el Cerro Toledo con las siguientes coordenadas (04°29' S 79°07' W) y 3400 m de altitud. Todas las muestras fueron depositadas en el herbario de la Universidad Técnica Particular de Loja (HUTPL), colección de briofitas y líquenes.

En los bosques pequeños, páramos arbustivos y subpáramos El Tiro, tiene más de 10 especies endémicas exclusivas (ECOLAP & MAE 2007).

Desde el Cerro el Tiro se observa el bosque y la topografía típica de la Cordillera de los Andes. El clima de los páramos es generalmente húmedo la mayor parte del año, con una humedad continua en forma de lluvia, nubes y neblina, principalmente debido al levantamiento orográfico causado por los Andes; hacia el Sur de Ecuador se vuelven más secos debido a que son influenciados por dos masas de aire: una desde la Amazonía, compuesta por vientos alisios que soplan durante todo el año ascendiendo por las pendientes orientales cuya humedad al condensarse forma abundantes lluvias; la otra masa de aire seco y frío viene desde el oeste influenciada por la corriente de Humboldt (Eguiguren & Ojeda 2009).

### **2.1.2. Determinación de Humedad.**

Para determinar la humedad se utilizó las especies *Macromitrium perreflexum*, *Campylopus richardii*, *Herbertus juniperinus* y *Leptodomtium viticulosoides* en estado fresco, a excepción de la especie *Frullania brasiliensis* que se empleó en estado seco, siendo este su estado natural. Además para determinar la humedad se utilizó la lámpara ULTRA X y el desecador (Figura 8).

Una vez finalizado el procedimiento se procedió a realizar los cálculos respectivos para determinar la Humedad, por el método gravimétrico (Anexo I).

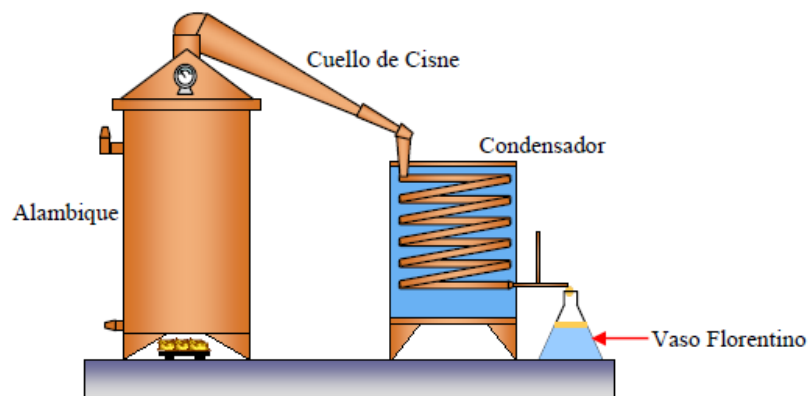


**Figura 8.** Lámpara ULTRAX y desecador  
**Fuente:** La autora, 2016

### 2.1.3. Extracción de aceites esenciales.

El proceso de extracción de AEs se da mediante arrastre con vapor, es el método más usado a nivel industrial y de laboratorio, permite obtener aceites esenciales con buen rendimiento, y además, se puede procesar grandes cantidades de material vegetal.

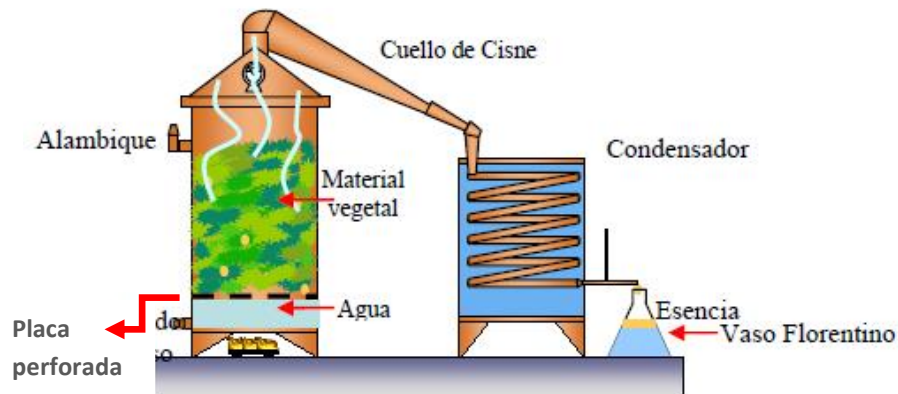
Las destilaciones se realizaron en los destiladores de acero inoxidable como se muestra en el esquema (Figura 9).



**Figura 9.** Partes de un equipo de extracción de aceites esenciales.  
**Fuente:** Vargas, A., Bottia, E. 2008

- **Alambique:** Es el componente principal del equipo de destilación, puesto que el material vegetal se coloca en este sitio y se lleva a cabo el proceso de destilación. Las condiciones de operación, tales como presión, temperatura, flujo de vapor y altura del lecho de material vegetal son las variables del proceso más importantes a controlar.
- **Cuello de Cisne:** Es la parte más importante del equipo de destilación, porque comunica el alambique con el condensador.  
Algunos de los factores importantes a considerar durante su construcción son la forma y las dimensiones; ya que, deben reducirse al mínimo las posibilidades de re-condensación de vapores dentro del alambique y permitir su rápida transferencia al condensador del sistema.
- **Condensador:** Es parte del sistema, donde ocurre el cambio de estado de agregación, de gaseoso a líquido, de la mezcla de vapor de agua y AEs. Entre los diferentes tipos de condensadores, el condensador de espiras es el más utilizado.
- **Recipiente recolector o Florentino:** La mezcla líquida, agua y aceite esencial, que eluyen del condensador, se colectan en un recipiente conocido como vaso florentino, en donde el AE se separa por decantación (Vargas & Bottia 2008).

En el tanque se colocó agua hasta llegar al tope donde va ubicada una placa perforada, sobre ella irá situada la especie vegetal, de igual manera se agregó un sello de agua en los bordes del destilador. Al tapar el tanque de extracción se colocaron las mangueras de entrada y salida de agua del refrigerante (Figura 10).



**Figura 10.** Proceso de destilación  
Fuente: Vargas, A., Bottia, E. 2008



El procedimiento consiste en obtener el aceite esencial dichas especies mediante la aplicación de una fuente de calor externa, conforme el calor entra en contacto con la materia prima, la calienta y va liberando el aceite esencial contenido en ella, y este a su vez se va volatizando, al ser soluble es arrastrado corriente arriba donde forma una mezcla con el vapor saturado, esta mezcla es enfriada y condensada en el condensador, al salir del condensador se obtiene una emulsión líquida, que posteriormente se separa en un florentino (Rodríguez et al., 2012).

Dicho proceso se realizó una sola vez por especie debido a la poca cantidad de material vegetal disponible.

#### ***2.1.3.1 Determinación del rendimiento.***

El rendimiento se determina, midiendo el volumen del aceite esencial, junto con el peso de la muestra y se realizan los cálculos expuestos en el (Anexo II).

#### ***2.1.3.2 Recolección del aceite esencial.***

Al finalizar el proceso de destilación se añadió diclorometano en el florentino para proceder a recolectar el aceite en una probeta para ser medido, se registró el volumen y se procedió a su respectivo envasado.

#### **2.1.4 Determinación de la composición química.**

Para determinar la composición química de los aceites esenciales de las cinco especies de briófitas se utilizó la técnica de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas.

##### ***2.1.4.1 Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y al detector de ionización en llama.***

El equipo utilizado fue el cromatógrafo de gases de la serie Agilent 6890N acoplado a un espectrómetro de masas Agilent serie 5973 inert; el mismo que dispone de un sistema de datos “software MSD-Chemstation D.01.00 SP1” y un detector de ionización de llama (FID) provisto de un generador de hidrógeno “Gas Generator 9150 Packard” (Figura 11).

Además se emplearon dos tipos de columnas capilares: una no polar DB-5MS y una polar HP-INNOWAX.



**Figura 11. Cromatógrafo de Gases**

Fuente: La autora

#### *2.1.4.1.1 Preparación de las muestras.*

Previamente a realizar el análisis cromatográfico, se llevó a cabo un tratamiento útil para eliminar por completo el agua que posiblemente quedó al momento de recolectar el aceite en los recipientes ámbar, con la finalidad de evitar posibles problemas que puedan afectar al sistema cromatográfico.

De tal manera que se utilizó sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) en cantidades suficientes hasta observar que el aceite no contenga agua. Se dejó reposar por 30 minutos y se trasvaso a nuevos recipientes ámbar etiquetados.

La preparación de las muestras se realizó en viales previamente etiquetados en los cuales se colocaron 990  $\mu\text{l}$  de diclorometano y 10  $\mu\text{l}$  de aceite esencial, obteniéndose una concentración al 1% (v/v) (Figura 12). Es necesario mencionar que anteriormente se utilizó aproximadamente 3ml de diclorometano al momento de recolectar el aceite esencial, para evitar pérdida de la muestra debido a que se logró recolectar pequeñas cantidades.



**Figura 12. Viales con diclorometano y aceite esencial.**

Fuente: La autora (2016)

Además se realizó la inyección de hidrocarburos (C10-decano a C25-pentacosano) conocidos comercialmente como TPH-6RPM de CHEM SERVICE, que fueron inyectados tanto en la columna DB-5MS como en HP-INOWAX, el tiempo de retención de los hidrocarburos nos sirve de base para la determinación de los índices de retención de Kovats e identificación de cada uno de los compuestos.

#### 2.1.4.1.2 Corrida cromatográfica en la columna DB-5MS acoplada a espectrometría de masas.

A continuación se presentan los parámetros operacionales para la columna DB-5 MS acoplada a espectrometría de masas (Figura 13).



**Figura 13.** Condiciones operacionales para CG-EM en la columna DB-5MS.  
**Fuente:** La autora, 2016

### 2.1.4.1.3 Corrida cromatográfica en la columna HP-INNOWAX acoplada a espectrometría de masas.

Los parámetros operacionales bajo los cuales se inyectaron las muestras de aceite esencial de las cinco especies de Briófitas en la columna polar HP-INNOWAX se indican en la (Figura 14).



**Figura 14.** Condiciones operacionales para CG-EM en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** La autora, 2016

#### 2.1.4.1.4 Identificación cualitativa y cuantitativa de los compuestos químicos del aceite esencial.

Para la obtención de los cromatogramas se procedió a integrar los compuestos a través del software del equipo para posteriormente trabajar con los picos integrados, obteniendo un conjunto de compuestos a identificar.

Se determinaron los índices de retención de Kovats de los picos detectados, los cuales se calcularon por comparación de los tiempos de retención de los hidrocarburos (C10-C25) con relación al tiempo de retención de los compuestos aplicando la siguiente ecuación.

$$IR = 100n + 100 * \frac{t_{RX} - t_{Rn}}{t_{RN} - t_{Rn}}$$

Dónde:

**IR:** Índice de retención de Kovats;

**n:** Número de átomos de carbono en el n-alcano;

**t<sub>RX</sub>:** Tiempo de retención del compuesto analizado, que eluye en el centro de n-alcanos;

**t<sub>Rn</sub>:** Tiempo de retención n-alcano que eluye antes del compuesto analizado;

**t<sub>RN</sub>:** Tiempo de retención del n-alcano que eluye después del compuesto analizado.

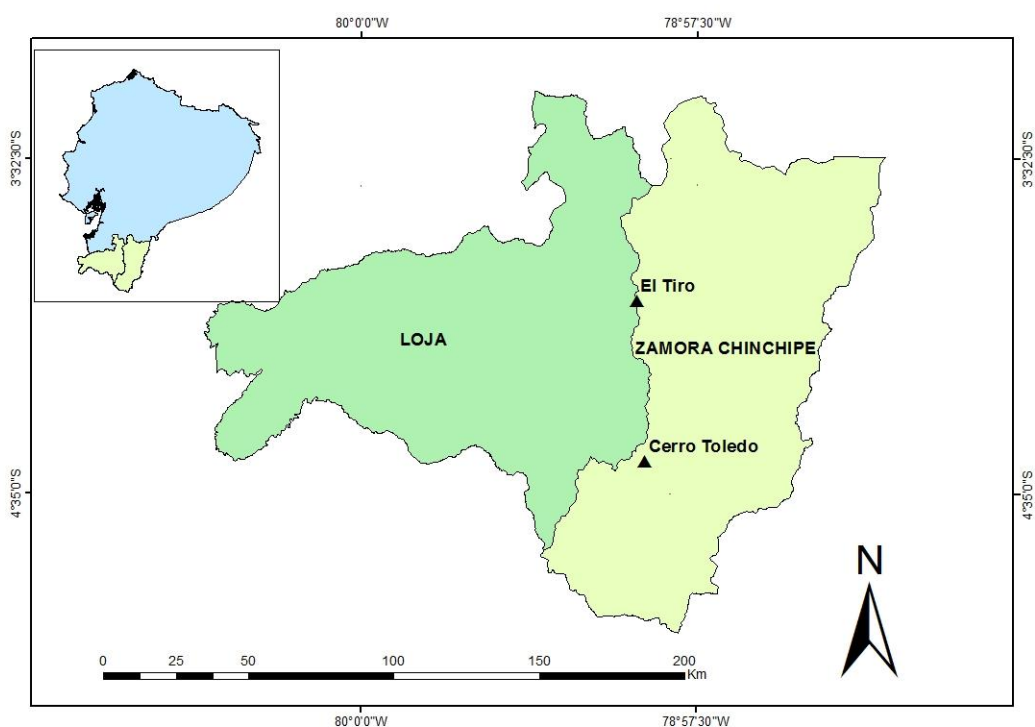
Para la identificación de los compuestos se compararon los Índices de retención de Kovats (IR) determinados en las corridas cromatográficas de la columna DB5-MS y HP-INNOWAX con los reportados por Adams (2009), base de datos como NIST (National Institute of Standards and Technology), además de artículos de alta relevancia; de modo que la diferencia entre el IR calculado y el leído debe ser menor a 20 unidades (practica empírica).

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### 3.1 Recolección de materia vegetal.

Las muestras se recolectaron en los Cerros el Tiro y Toledo (Figura 15), corresponden a seis especies diferentes, las mismas que se indican a continuación: *Frullania brasiliensis* (1.500 Kg), *Herbertus juniperinus* (4.029 Kg), *Leptodontium viticulosoides* (5.290 Kg), *Macromitrium perreflexum* (4.874 Kg), *Campylopus richardii* (3.446 Kg) y *Porella brachiata* (0.009 Kg). Se realizó la extracción de AEs, obteniendo cantidades no suficientes de la especie *Porella brachiata*.



**Figura 15.** Área de recolección de las especies *Macromitrium perreflexum*, *Campylopus richardii*, *Herbertus juperinus*, *Leptodomtium viticulisoides*, y *Frullania brasiliensis*  
**Fuente:** Benitez, A. (2016)

### 3.2 Humedad

Se determinó la humedad relativa únicamente de las cinco especies que se presentan a continuación en las tablas de la 1 a la 5, de la especie *Porella brachiata* no se determinó la humedad debido a la no presencia (en cantidades no recolectables) de AE.

**Tabla 1. Humedad Relativa de *Frullania brasiliensis***

Repeticiones	Humedad relativa (%)	$\bar{X}$	$\sigma$
R1	15,78		
R2	15,19	15,31	0,42
R3	14,97		

R1: repeticiones de la prueba de humedad relativa  $\bar{X}$ : Media aritmética correspondiente a las diferentes recolecciones.  $\sigma$ : Desviación estándar.

**Fuente:** La autora

**Tabla 2. Humedad Relativa de *Campylopus richardii***

Repeticiones	Humedad relativa (%)	$\bar{X}$	$\sigma$
R1	55,68		
R2	54,91	57,40	3,67
R3	61,62		

R1: repeticiones de la prueba de humedad relativa  $\bar{X}$ : Media aritmética correspondiente a las diferentes recolecciones.  $\sigma$ : Desviación estándar.

**Fuente:** La autora

**Tabla 3. Humedad Relativa de *Macromitrium perreflexum***

Repeticiones	Humedad relativa (%)	$\bar{X}$	$\sigma$
R1	84,8		
R2	84,1	84,1	0,7
R3	83,4		

R1: repeticiones de la prueba de humedad relativa  $\bar{X}$ : Media aritmética correspondiente a las diferentes recolecciones.  $\sigma$ : Desviación estándar.

**Fuente:** La autora

**Tabla 4. Humedad Relativa de *Leptodontium viticulosoides***

Repeticiones	Humedad relativa (%)	$\bar{X}$	$\sigma$
R1	81,7		
R2	81,4	81,1	0,21
R3	80,3		

R1: repeticiones de la prueba de humedad relativa  $\bar{X}$ : Media aritmética correspondiente a las diferentes recolecciones.  $\sigma$ : Desviación estándar.

**Fuente:** La autora



**Tabla 5. Humedad Relativa de *Herbertus juniperinus***

Repeticiones	Humedad relativa (%)	$\bar{X}$	$\sigma$
R1	75,24		
R2	72,24	70,40	2,75
R3	69,74		

R1: repeticiones de la prueba de humedad relativa  $\bar{X}$ : Media aritmética correspondiente a las diferentes recolecciones.  $\sigma$ : Desviación estándar.

**Fuente:** La autora

Las hojas muy reducidas de los musgos, están formadas por un solo estrato de células, también de gran tamaño. Gran parte de las células de las hojas, vacías de plasma, son no clorofílicas, y cumplen la función de almacenar el agua disponible en el medio exterior (Bernal et al., 2006).

En el presente estudio observamos que la especie *Macromitrium perreflexum* presentó el mayor porcentaje de humedad, sin embargo los valores de *Herbertus juniperinus*, *Leptodontium viticulosoides*, *Campylopus richardii* también se encuentran dentro de los rangos de humedad que generalmente presentan las plantas frescas, a diferencia de la especie *Frullania brasiliensis* en la cual se determinó el valor más bajo, podemos explicar este fenómeno en virtud a que el estado natural de esta especie es seco.

Los musgos viven con éxito en las zonas xerofíticas debido a su adaptación para contener humedad y retenerla, esto permite que en épocas de sequía permanezcan húmedos y en sequías prolongadas se mantengan en un periodo latente de modo que cuando lleguen las lluvias reverdezcan nuevamente (Merchán et al. 2011).

Es importante saber que la potencia de su capacidad de absorción de humedad depende de la especie estudiada y del lugar de procedencia del musgo (Condori et al. 2012).

### **3.3 Rendimiento**

El rendimiento de las especies estudiadas se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6. Determinación del rendimiento**

<b>Nombre</b>	<b>Peso materia destilada</b>	<b>Volumen de aceite</b>
<i>F. brasiliensis</i>	1.500 Kg	0,3 ml
<i>H. juniperinus</i>	4.029 Kg	N.P
<i>L. viticulosoides</i>	4.029 Kg	N.P
<i>M. perreflexum</i>	4.874 Kg	N.P
<i>C. richardii</i>	3.446 Kg	N.P
<i>P. brachiata</i>	0.009 Kg	N.N

Código: especies. N.P: No fue posible medir. N.N: No fue posible recolectar.

**Fuente:** La autora

De los datos expuestos anteriormente se puede apreciar que de *Frullania brasiliensis* se obtuvo un volumen de 0,3 ml de aceite esencial, mientras tanto de las especies *Macromitrium perreflexum*, *Herbertus juniperinus*, *Leptodontium viticulosoides* y *Campylopus richardii* se determinaron pequeñas cantidades las cuales fueron suficientes para realizar el proceso de cromatografía, de la especie *Porella brachiata* no se consiguió recolectar AE.

Existen factores bióticos y abióticos presentes en el medio ambiente que posiblemente interferieren con el rendimiento de aceites esenciales y la composición química (Hess et al. 2007).

El clima, tipo de suelo, estación del año, lugar geográfico son algunas de las condiciones ecológicas que pueden influir sobre las plantas en la obtención de aceites esenciales. Las condiciones de extracción como: el método de extracción, tiempo de destilación, condiciones de la materia prima, y la cantidad de materia vegetal que se utiliza puede producir cambios cualitativos y cuantitativos en el aceite (Sánchez et al. 2009).

### **3.3 Composición química del aceite esencial de las cinco especies de Briófitas.**

#### **3.3.1. Análisis cualitativo y cuantitativo.**

Las figuras 16 y 17, muestran los cromatogramas de *Frullania brasiliensis*, las mismas que presentan diferentes picos correspondientes a cada uno de los compuestos volátiles emitidos, para facilitar la identificación se procedió a la integración de cada cromatograma.

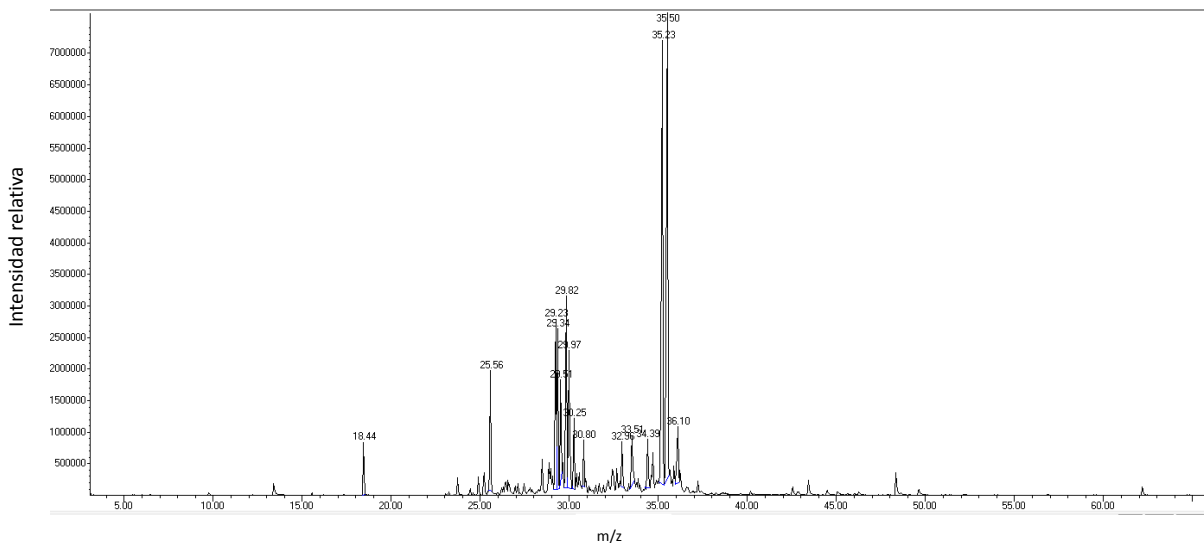
Para la identificación de los compuestos volátiles en el análisis cualitativo se comparó los índices de retención Kovats de la columna polar y apolar frente al índice de retención de Kovats reportado en literatura. La base de datos del equipo biblioteca Wiley n7 proporciona distintos espectros que nos permite comparar con el obtenido de cada compuesto.

A continuación se detallan los compuestos químicos que se identificaron en los AEs tanto en la columna DB5-MS como HP-INNOWAX de las cinco especies de briófitas estudiados.

De igual manera se exponen los resultados de los IR calculados y los reportados en la literatura, además del porcentaje de cantidad relativa de cada compuesto.

➤ ***Frullania brasiliensis***

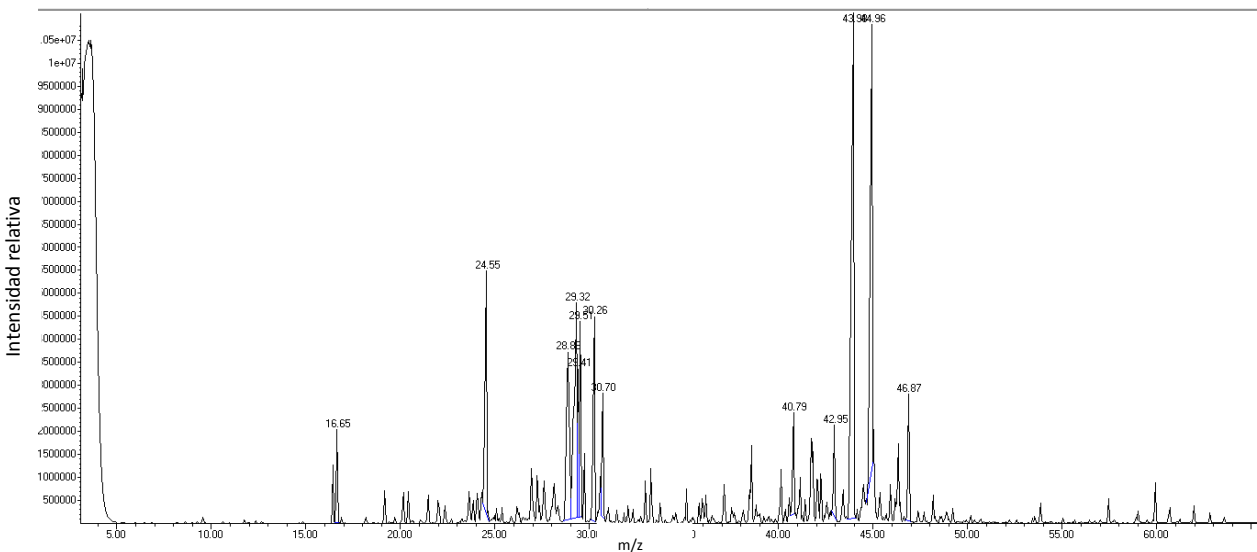
En la figura 16 se observa el perfil cromatográfico de la especie en la columna no polar DB-5MS.



**Figura 16.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Frullania brasiliensis* obtenido en la columna DB-5MS

**Fuente:** Investigación Experimental

En la figura 17 en columna polar HP-INNOWAX mediante la técnica de CG-EM



**Figura 17.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Frullania brasiliensis* obtenido en la columna HP-INNOWAX

**Fuente:** Investigación Experimental

Tabla 7. Composición química de *Frullania brasiliensis*

N°	COMPUESTOS	DB5-MS			HP-INNOWAX		
		IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>	IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>
1	1-Octen-3-yl-acetate	1107	1106 <sup>da</sup>	0,45	1383	1380 <sup>r</sup>	0,72
2	No identificado	.....	.....	.....	1389	.....	1,51
3	Thymol methyl ether	1217	1228 <sup>de</sup>	1,16	.....	.....	.....
4	δ-Elemene	1324	1324 <sup>dc</sup>	0,10	1476	1480 <sup>di</sup>	0,52
5	α-Cubebene	1336	1340 <sup>cj</sup>	0,42	1451	1441 <sup>cr</sup>	0,53
6	Silphiperfol-4,7(14)-diene	1352	1360 <sup>b</sup>	0,25	.....	.....	.....
7	α-Copaene	1363	1363 <sup>l</sup>	0,44	1482	1482 <sup>cr</sup>	0,48
8	β-Bourbonene	1370	1375 <sup>dc</sup>	0,74	1509	1499 <sup>cr</sup>	0,48
9	β-Elemene	1378	1375 <sup>cn</sup>	3,03	1587	1585 <sup>r</sup>	5,58
10	Longifolene	1402	1402 <sup>d</sup>	1,77	1570	1557 <sup>cu</sup>	0,37
11	β-Cubebene	1415	1419 <sup>cu</sup>	0,63	1581	1580 <sup>r</sup>	0,54
12	Aromadendrene	1423	1440 <sup>c</sup>	1,07	1575	1594 <sup>ch</sup>	0,65
13	Calarene	1448	1449 <sup>ad</sup>	1,54	1564	1559 <sup>x</sup>	0,63
14	No identificado	.....	.....	.....	1650	.....	1,18
15	Viridiflorene	1458	1466 <sup>cd</sup>	2,17	1658	1671 <sup>añ</sup>	0,78
16	Germacrene D	1467	1470 <sup>bv</sup>	11,98	1701	1693 <sup>j</sup>	6,06
17	Ledene	1481	1482 <sup>dc</sup>	13,53	1714	1716 <sup>x</sup>	8,09
18	δ-Cadinene	1505	1512 <sup>da</sup>	2,42	1752	1750 <sup>r</sup>	3,08
19	α-Calacorene	1527	1524 <sup>av</sup>	0,80	1908	1914 <sup>cv</sup>	0,44
20	γ-Selinene	1547	1532 <sup>dq</sup>	2,53	1682	1690 <sup>cv</sup>	0,91
21	Viridiflorol	1560	1566 <sup>l</sup>	3,17	2029	2046 <sup>ds</sup>	0,95
22	No identificado	.....	.....	.....	2079	.....	1,34
23	No identificado	.....	.....	.....	2082	.....	1,17
24	Elemol	1575	1559 <sup>q</sup>	4,19	2118	2096 <sup>af</sup>	1,87
25	Rosifoliol	1597	1600 <sup>b</sup>	5,08	2152	2144 <sup>ag</sup>	16,43
26	T-muurolol	1619	1620 <sup>cy</sup>	32,14	2184	2186 <sup>az</sup>	16,17
27	T-cadinol	1642	1644 <sup>m</sup>	4,71	2169	2166 <sup>cu</sup>	1,16

28	Toreyol	1657	1652 <sup>k</sup>	0,66	2198	2180 <sup>cv</sup>	0,55
29	Acorenone	1673	1655 <sup>bw</sup>	0,86	.....	.....	.....
30	Sandaracopimaradiene	1935	1922 <sup>bz</sup>	0,23	.....	.....	.....
31	$\alpha$ -Gurjunene	.....	.....	.....	1522	1520 <sup>r</sup>	0,52
32	Bornyl acetate	.....	.....	.....	1668	1681 <sup>cr</sup>	0,94
33	$\alpha$ -selinene	.....	.....	.....	1716	1727 <sup>al</sup>	1,90
34	Valencene	.....	.....	.....	1719	1740 <sup>bu</sup>	3,11
35	Bicyclogermacrene	.....	.....	.....	1725	1737 <sup>ch</sup>	0,87
36	(E)- $\gamma$ -Bisabolene	.....	.....	.....	1739	1758 <sup>di</sup>	3,81
37	1S,CIS-CALAMENENE	.....	.....	.....	1823	1819 <sup>s</sup>	0,94
38	Palustrol	.....	.....	.....	1937	1931 <sup>an</sup>	0,72
39	(E)- $\beta$ -ionone	.....	.....	.....	1977	1958 <sup>bg</sup>	0,48
40	(E)- $\beta$ -ionone	.....	.....	.....	1981	1958 <sup>bg</sup>	1,11
41	Epiglobulol	.....	.....	.....	2050	2025 <sup>bu</sup>	2,00
42	Globulol	.....	.....	.....	2069	2063 <sup>r</sup>	0,29
43	Himbaccol	.....	.....	.....	2134	2110 <sup>do</sup>	0,54
44	$\alpha$ -eudesmol	.....	.....	.....	2217	2206 <sup>br</sup>	0,52
45	$\beta$ -Eudesmol	.....	.....	.....	2225	2220 <sup>cv</sup>	0,32
46	$\alpha$ -Cadinol	.....	.....	.....	2231	2225 <sup>cv</sup>	1,54
47	$\beta$ -Selinenol	.....	.....	.....	2249	2240 <sup>do</sup>	2,30
48	Selin-11-en-4- $\alpha$ -ol	.....	.....	.....	2294	2273 <sup>n</sup>	0,41
		<b>*TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>96</b>	<b>**TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>89,30</b>

a= % del área de los picos reportados en la columna DB5-MS y HP-INNOWAX respectivamente.

\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en DB5-MS.

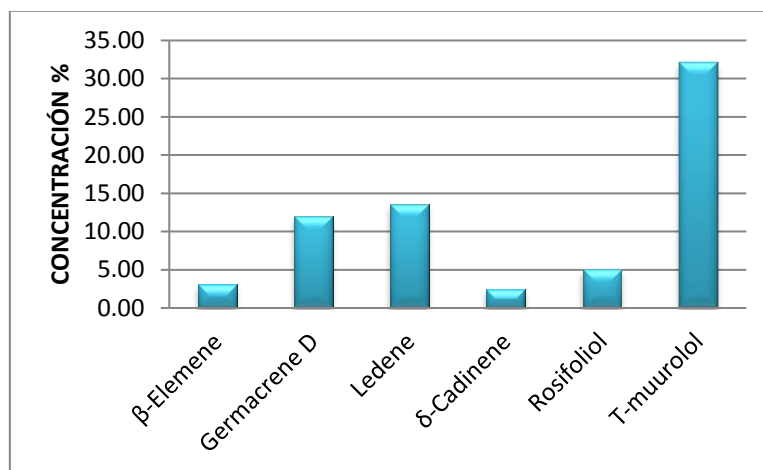
\*\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en HP-INNOWAX.

IR<sup>cal</sup>= Índice de retención de Kovats calculado.

IR<sup>ref</sup>= Índice de retención de Kovats reportado en la literatura. <sup>a</sup> ref. 1; <sup>b</sup> ref. 2; <sup>c</sup> ref. 3; <sup>d</sup> ref. 4; <sup>e</sup> ref. 5; <sup>f</sup> ref. 6; <sup>g</sup> ref. 7; <sup>h</sup> ref. 8; <sup>i</sup> ref. 9; <sup>j</sup> ref. 10; <sup>k</sup> ref. 11; <sup>l</sup> ref. 12; <sup>m</sup> ref. 13; <sup>n</sup> ref. 14; <sup>ñ</sup> ref. 15; <sup>o</sup> ref. 16; <sup>p</sup> ref. 17; <sup>q</sup> ref. 18; <sup>r</sup> ref. 19; <sup>s</sup> ref. 20; <sup>t</sup> ref. 21; <sup>u</sup> ref. 22; <sup>v</sup> ref. 23; <sup>w</sup> ref. 24; <sup>x</sup> ref. 25; <sup>y</sup> ref. 26; <sup>z</sup> ref. 27; <sup>ab</sup> ref. 28; <sup>ac</sup> ref. 29; <sup>ad</sup> ref. 30; <sup>ae</sup> ref. 31; <sup>af</sup> ref. 32; <sup>ag</sup> ref. 33; <sup>ah</sup> ref. 34; <sup>ai</sup> ref. 35; <sup>aj</sup> ref. 36; <sup>ak</sup> ref. 37; <sup>al</sup> ref. 38; <sup>am</sup> ref. 39; <sup>an</sup> ref. 40; <sup>añ</sup> ref. 41; <sup>ao</sup> ref. 42; <sup>ap</sup> ref. 43; <sup>aq</sup> ref. 44; <sup>ar</sup> ref. 45; <sup>as</sup> ref. 46; <sup>at</sup> ref. 47; <sup>au</sup> ref. 48; <sup>av</sup> ref. 49; <sup>aw</sup> ref. 50; <sup>ax</sup> ref. 51; <sup>ay</sup> ref. 52; <sup>az</sup> ref. 53; <sup>ba</sup> ref. 54; <sup>bb</sup> ref. 45; <sup>bc</sup> ref. 56; <sup>bd</sup> ref. 57; <sup>be</sup> ref. 58; <sup>bf</sup> ref. 59; <sup>bg</sup> ref. 60; <sup>bh</sup> ref. 61; <sup>bi</sup> ref. 62; <sup>bj</sup> ref. 63; <sup>bk</sup> ref. 64; <sup>bl</sup> ref. 65; <sup>bm</sup> ref. 66; <sup>bn</sup> ref. 67; <sup>bñ</sup> ref. 68; <sup>bo</sup> ref. 69; <sup>bp</sup> ref. 70; <sup>bq</sup> ref. 71; <sup>br</sup> ref. 72; <sup>bs</sup> ref. 73; <sup>bt</sup> ref. 74; <sup>bu</sup> ref. 75; <sup>bv</sup> ref. 76; <sup>bw</sup> ref. 77; <sup>bx</sup> ref. 78; <sup>by</sup> ref. 79; <sup>bz</sup> ref. 80; <sup>ca</sup> ref. 81; <sup>cb</sup> ref. 82; <sup>cc</sup> ref. 83; <sup>cd</sup> ref. 84; <sup>ce</sup> ref. 85; <sup>cf</sup> ref. 86; <sup>cg</sup> ref. 87; <sup>ch</sup> ref. 88; <sup>ci</sup> ref. 89; <sup>cj</sup> ref. 90; <sup>ck</sup> ref. 91; <sup>cl</sup> ref. 92; <sup>cm</sup> ref. 93; <sup>cn</sup> ref. 94; <sup>cñ</sup> ref. 95; <sup>co</sup> ref. 96; <sup>cp</sup> ref. 97; <sup>cq</sup> ref. 98; <sup>cr</sup> ref. 99; <sup>cs</sup> ref. 100; <sup>ct</sup> ref. 101; <sup>cu</sup> ref. 102; <sup>cv</sup> ref. 103; <sup>cw</sup> ref. 104; <sup>cx</sup> ref. 105; <sup>cy</sup> ref. 106; <sup>cz</sup> ref. 107; <sup>da</sup> ref. 108; <sup>db</sup> ref. 109; <sup>dc</sup> ref. 110; <sup>dd</sup> ref. 111; <sup>de</sup> ref. 112; <sup>df</sup> ref. 113; <sup>dg</sup> ref. 114; <sup>dh</sup> ref. 115; <sup>di</sup> ref. 116; <sup>dj</sup> ref. 117; <sup>dk</sup> ref. 118; <sup>dl</sup> ref. 119; <sup>dm</sup> ref. 120; <sup>dn</sup> ref. 121; <sup>dñ</sup> ref. 122; <sup>do</sup> ref. 123; <sup>dp</sup> ref. 124; <sup>dq</sup> ref. 125; <sup>dr</sup> ref. 126; <sup>ds</sup> ref. 127; <sup>dt</sup> ref. 128; <sup>du</sup> ref. 129; <sup>dv</sup> ref. 130; <sup>dw</sup> ref. 131; <sup>dx</sup> ref. 132; <sup>dy</sup> ref. 133; <sup>dz</sup> ref. 134; Ver anexo (III).

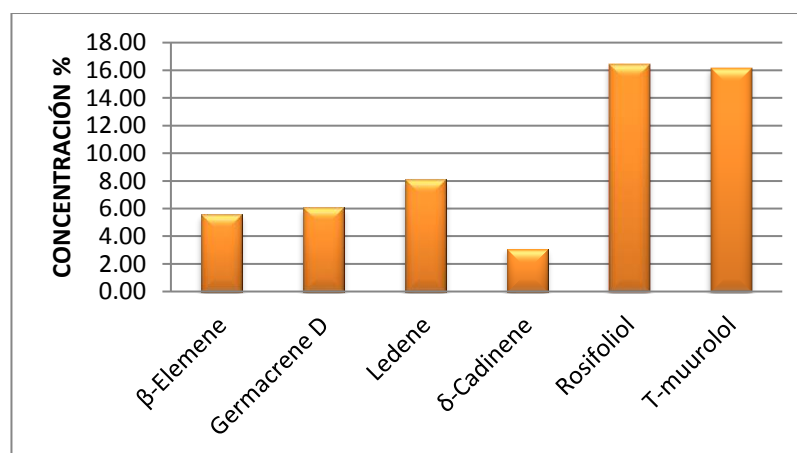
Fuente: La autora

Los compuestos mayoritarios del aceite esencial de la especie *Frullania brasiliensis* en la columna DB5-MS, se observan en la figura 18, entre los cuales tenemos  $\beta$ -Elemene (3,03%), Germacrene D (11,98%), Ledene (13,53%),  $\delta$ -Cadinene (2,42%), Rosifoliol (5,08%) y T-muurolol (32,14%).



**Figura 18.** Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS  
*Frullania brasiliensis*  
Fuente: La autora

Los porcentajes de los compuestos mayoritarios del aceite esencial de la especie *Frullania brasiliensis* en la columna HP-INNOWAX, se muestran en la figura 19, entre los cuales tenemos  $\beta$ -Elemene (5,58%), Germacrene D (6,06%), Ledene (8,09%),  $\delta$ -Cadinene (3,08%), Rosifoliol (16,43%) y T-muurolol (16,17%).



**Figura 19.** Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX  
*Frullania brasiliensis*  
Fuente: La autora

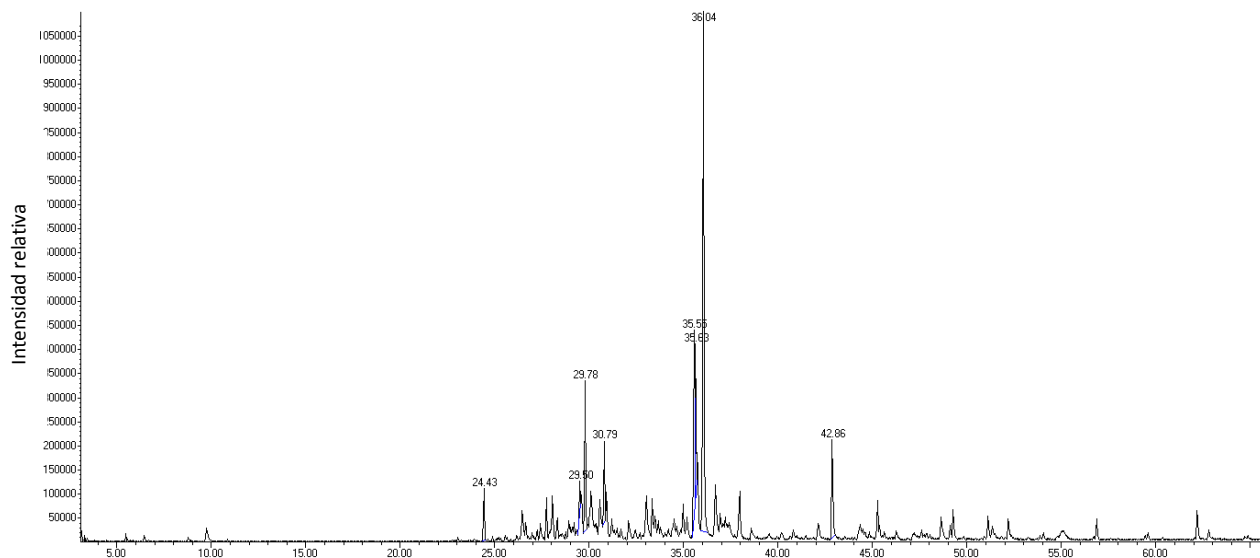
Estudios realizados en el género *Frullania* corroboran los resultados obtenidos con respecto a esta investigación, ya que mencionan la presencia de sesquiterpenos como constituyentes principales (Nagashima et al. 1991).

No se puede comparar los resultados obtenidos de *Frullania brasiliensis* con la literatura ya que no ha sido posible encontrar investigaciones acerca de la composición química de la especie; se han detallado investigaciones relacionadas a extractos de hepáticas, donde se demuestra que tienen actividad contra bacterias *Gram positivas* y *Gram negativas*, además de inhibición frente *Pseudomonas aeruginosa*, bacteria responsables de las infecciones oportunistas graves (Cobianchi et al. 2009).



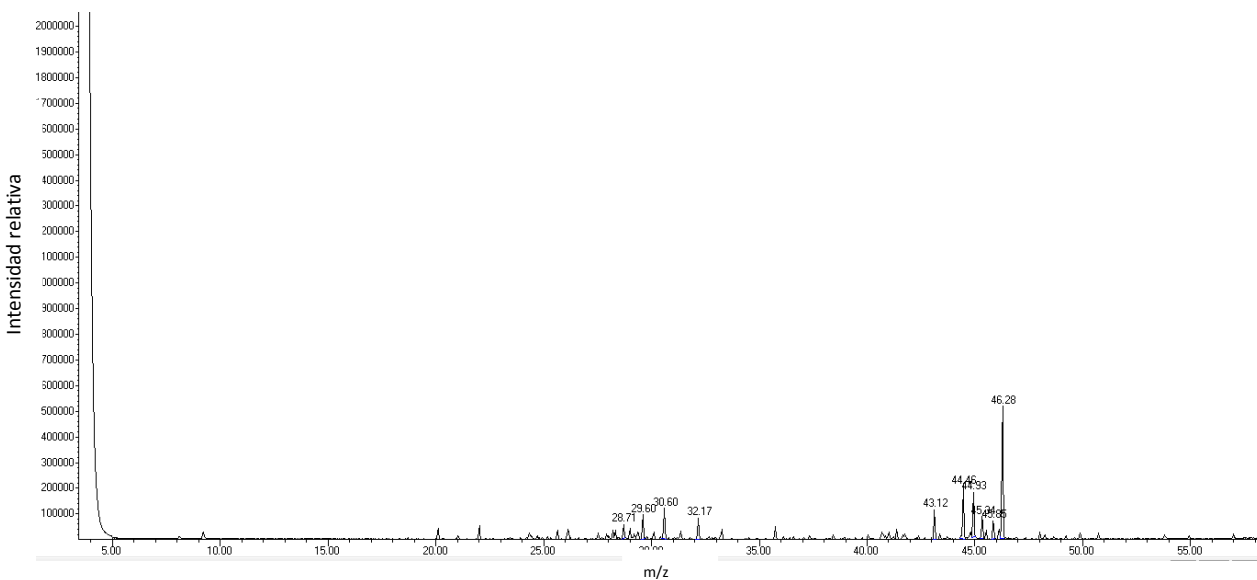
➤ ***Campylopus richardii***

En la figura 20 se observa el perfil cromatográfico de la especie en la columna no polar DB-5MS.



**Figura 20.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Campylopus richardii* en la columna DB-5MS  
**Fuente:** Investigación Experimental

En la figura 21 se aprecia el perfil cromatográfico de la especie en la columna polar HP-INNOWAX mediante la técnica de CG-EM.



**Figura 21.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** Investigación Experimental

Tabla 8. Composición química de *Campylopus richardii*

N°	COMPUESTOS	DB5-MS			HP-INNOWAX		
		IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>	IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>
1	α-Phellanderene	1002	1002 <sup>b</sup>	0,16	.....	.....	.....
2	Limonene	1024	1024 <sup>b</sup>	0,67	1191	1205 <sup>bl</sup>	1,48
3	Bicycloelemene	1320	1316 <sup>dc</sup>	0,18	1471	1478 <sup>v</sup>	1,49
4	α-Copaene	1363	1374 <sup>b</sup>	0,11	1611	1601 <sup>f</sup>	1,28
5	No identificado	1352	.....	1,14	1519	.....	1,69
6	β-Elemene	1379	1381 <sup>bd</sup>	0,26	1578	1585 <sup>cv</sup>	0,66
7	β-Funebrene	1399	1392 <sup>bw</sup>	2,16	.....	.....	.....
8	γ-Maaliene	1412	1435 <sup>h</sup>	0,36	.....	.....	.....
9	cis-Thujopsene	1422	1430 <sup>p</sup>	1,02	.....	.....	.....
10	α-Patchoulene	1438	1454 <sup>b</sup>	4,19	.....	.....	.....
11	γ-Selinene	1459	1469 <sup>dg</sup>	1,03	1661	1676 <sup>dr</sup>	0,99
12	Germacrene D	1465	1484 <sup>dy</sup>	1,11	1711	1719 <sup>bk</sup>	1,52
13	Alloaromadendrene	1474	1477 <sup>p</sup>	3,20	1671	1667 <sup>aq</sup>	0,80
14	Byclogermacrene	1480	1494 <sup>b</sup>	4,28	1717	1737 <sup>ch</sup>	3,52
15	Cuparene	1488	1499 <sup>cz</sup>	3,86	1788	1810 <sup>ar</sup>	3,02
16	δ-Cadinene	1505	1522 <sup>c</sup>	6,02	1744	1755 <sup>al</sup>	4,81
17	cis-Calamenene	1515	1522 <sup>cl</sup>	2,27	1819	1827 <sup>s</sup>	1,39
18	Globulol	1562	1578 <sup>dd</sup>	3,25	2062	2063 <sup>s</sup>	1,42
19	Elemol	1570	1562 <sup>aj</sup>	3,72	2074	2085 <sup>u</sup>	0,98
20	Viridiflorol	1599	1593 <sup>i</sup>	2,22	2071	2085 <sup>v</sup>	0,79
21	Cubenol	1612	1613 <sup>cq</sup>	2,60	2050	2043 <sup>az</sup>	1,40
22	τ-Cadinol	1629	1633 <sup>cd</sup>	12,51	2177	2180 <sup>j</sup>	15,23
23	τ-Muurolol	1641	1640 <sup>bt</sup>	15,13	2222	2209 <sup>as</sup>	19,08
24	Cadalene	1659	1675 <sup>b</sup>	6,67	2207	2223 <sup>s</sup>	2,82
25	Pentadecanal	1711	1711 <sup>cm</sup>	0,97	.....	.....	.....
26	Hexadecanal	1811	1818 <sup>bt</sup>	1,04	2126	2135 <sup>cf</sup>	0,84
27	Hexahydrofarnesyl acetone	1833	1836 <sup>dl</sup>	3,10	2118	2131 <sup>ci</sup>	3,93
28	1-Hexadecanol	1877	1883 <sup>bb</sup>	2,49	2376	2364 <sup>u</sup>	0,90
29	Rumuene	1905	1896 <sup>b</sup>	1,62	2172	2147 <sup>be</sup>	1,44

30	n-Hexadecanoic acid	1964	1964 <sup>k</sup>	0,78	.....	.....	.....
31	No identificado	1977	.....	1,14	.....	.....	.....
32	(-)-Kaurene	2010	2032 <sup>bh</sup>	1,13	.....	.....	.....
33	Methyl linolenate	2030	2047 <sup>ay</sup>	1,40	.....	.....	.....
34	No identificado	2090	.....	1,84	.....	.....	.....
35	No identificado	2126	.....	1,09	.....	.....	.....
36	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	2509	2550 <sup>dx</sup>	0,36	.....	.....	.....
37	β-santalene	.....	.....	.....	1625	1631 <sup>bq</sup>	1,65
38	Ledene	.....	.....	.....	1679	1696 <sup>bn</sup>	1,32
39	No identificado	.....	.....	.....	1682	.....	1,08
40	β-Selinene	.....	.....	.....	1700	1715 <sup>al</sup>	1,81
41	α-Selinene	.....	.....	.....	1706	1714 <sup>al</sup>	0,84
42	Zingiberene	.....	.....	.....	1731	1713 <sup>cv</sup>	1,28
43	ar-curcumeno	.....	.....	.....	1765	1775 <sup>di</sup>	1,36
44	No identificado	.....	.....	.....	1890	.....	1,68
45	Cadina-1,3,5-triene	.....	.....	.....	2488	1816 <sup>an</sup>	0,43
46	Germacrene D-4-ol	.....	.....	.....	2041	2057 <sup>z</sup>	2,09
47	Torreyol	.....	.....	.....	2190	2209 <sup>br</sup>	3,44
48	Thymol	.....	.....	.....	2196	2198 <sup>z</sup>	1,20
49	β-Eudesmol	.....	.....	.....	2216	2220 <sup>cv</sup>	1,61
50	No identificado	.....	.....	.....	2281	.....	1,13
51	2,4-Di-tert-butylphenol	.....	.....	.....	2323	2315 <sup>dt</sup>	0,50
52	No identificado	.....	.....	.....	2346	.....	1,13
53	No identificado	.....	.....	.....	2489	.....	2,63
		<b>*TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>90</b>	<b>**TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>88</b>

a= % del área de los picos reportados en la columna DB5-MS y HP-INNOWAX respectivamente.

\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en DB5-MS.

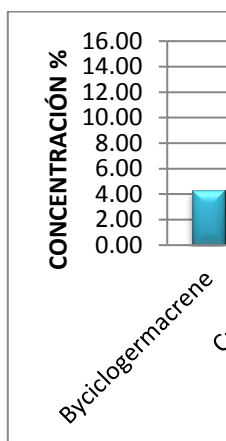
\*\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en HP-INNOWAX.

IR<sup>cal</sup>= Índice de retención de Kovats calculado.

IR<sup>ref</sup>= Índice de retención de Kovats reportado en la literatura. <sup>a</sup>ref. 1; <sup>b</sup>ref. 2; <sup>c</sup>ref. 3; <sup>d</sup>ref. 4; <sup>e</sup>ref. 5; <sup>f</sup>ref. 6; <sup>g</sup>ref. 7; <sup>h</sup>ref. 8; <sup>i</sup>ref. 9; <sup>j</sup>ref. 10; <sup>k</sup>ref. 11; <sup>l</sup>ref. 12; <sup>m</sup>ref. 13; <sup>n</sup>ref. 14; <sup>ñ</sup>ref. 15; <sup>o</sup>ref. 16; <sup>p</sup>ref. 17; <sup>q</sup>ref. 18; <sup>r</sup>ref. 19; <sup>s</sup>ref. 20; <sup>t</sup>ref. 21; <sup>u</sup>ref. 22; <sup>v</sup>ref. 23; <sup>w</sup>ref. 24; <sup>x</sup>ref. 25; <sup>y</sup>ref. 26; <sup>z</sup>ref. 27; <sup>ab</sup>ref. 28; <sup>ac</sup>ref. 29; <sup>ad</sup>ref. 30; <sup>ae</sup>ref. 31; <sup>af</sup>ref. 32; <sup>ag</sup>ref. 33; <sup>ah</sup>ref. 34; <sup>ai</sup>ref. 35; <sup>aj</sup>ref. 36; <sup>ak</sup>ref. 37; <sup>al</sup>ref. 38; <sup>am</sup>ref. 39; <sup>an</sup>ref. 40; <sup>añ</sup>ref. 41; <sup>ao</sup>ref. 42; <sup>ap</sup>ref. 43; <sup>aq</sup>ref. 44; <sup>ar</sup>ref. 45; <sup>as</sup>ref. 46; <sup>at</sup>ref. 47; <sup>au</sup>ref. 48; <sup>av</sup>ref. 49; <sup>aw</sup>ref. 50; <sup>ax</sup>ref. 51; <sup>ay</sup>ref. 52; <sup>az</sup>ref. 53; <sup>ba</sup>ref. 54; <sup>bb</sup>ref. 45; <sup>bc</sup>ref. 56; <sup>bd</sup>ref. 57; <sup>be</sup>ref. 58; <sup>bf</sup>ref. 59; <sup>bg</sup>ref. 60; <sup>bh</sup>ref. 61; <sup>bi</sup>ref. 62; <sup>bj</sup>ref. 63; <sup>bk</sup>ref. 64; <sup>bl</sup>ref. 65; <sup>bm</sup>ref. 66; <sup>bn</sup>ref. 67; <sup>bñ</sup>ref. 68; <sup>bo</sup>ref. 69; <sup>bp</sup>ref. 70; <sup>bq</sup>ref. 71; <sup>br</sup>ref. 72; <sup>bs</sup>ref. 73; <sup>bt</sup>ref. 74; <sup>bu</sup>ref. 75; <sup>bv</sup>ref. 76; <sup>bw</sup>ref. 77; <sup>bx</sup>ref. 78; <sup>by</sup>ref. 79; <sup>bz</sup>ref. 80; <sup>ca</sup>ref. 81; <sup>cb</sup>ref. 82; <sup>cc</sup>ref. 83; <sup>cd</sup>ref. 84; <sup>ce</sup>ref. 85; <sup>cf</sup>ref. 86; <sup>cg</sup>ref. 87; <sup>ch</sup>ref. 88; <sup>ci</sup>ref. 89; <sup>cj</sup>ref. 90; <sup>ck</sup>ref. 91; <sup>cl</sup>ref. 92; <sup>cm</sup>ref. 93; <sup>cn</sup>ref. 94; <sup>co</sup>ref. 95; <sup>cp</sup>ref. 96; <sup>cq</sup>ref. 97; <sup>cr</sup>ref. 99; <sup>cs</sup>ref.100; <sup>ct</sup>ref.101; <sup>cu</sup>ref.102; <sup>cv</sup>ref.103; <sup>cw</sup>ref.104; <sup>cx</sup>ref.105; <sup>cy</sup>ref.106; <sup>cz</sup>ref.107; <sup>da</sup>ref.108; <sup>db</sup>ref.109; <sup>dc</sup>ref.110; <sup>dd</sup>ref.111; <sup>de</sup>ref.112; <sup>df</sup>ref.113; <sup>dg</sup>ref.114; <sup>dh</sup>ref.115; <sup>di</sup>ref.116; <sup>dj</sup>ref.117; <sup>dk</sup>ref.118; <sup>dl</sup>ref.119; <sup>dm</sup>ref.120; <sup>dn</sup>ref.121; <sup>dñ</sup>ref.122; <sup>do</sup>ref.123; <sup>dp</sup>ref.124; <sup>dq</sup>ref.125; <sup>dr</sup>ref.126; <sup>ds</sup>ref.127; <sup>dt</sup>ref.128; <sup>du</sup>ref.129; <sup>dv</sup>ref.130; <sup>dw</sup>ref.131; <sup>dx</sup>ref.132; <sup>dy</sup>ref.133; <sup>dz</sup>ref.134; Ver anexo (III).

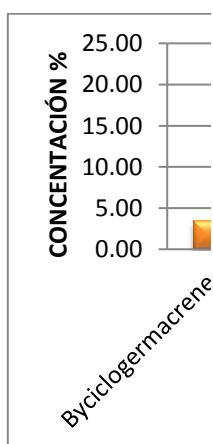
Fuente: La autora

En la especie *Campylopus richardii* los compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS se muestran en la figura 22, entre los cuales están: Byciclogermacrene (4,28%), Cuparene (3,86%),  $\delta$ -Cadinene (6,02%),  $\tau$ -Cadinol (12,51%),  $\tau$ -Muurolol (15,53%), Cadalene (6,67%), Hexahydrofarnesyl acetone (3,10%).



**Figura 22.** Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS de *Campylopus richardii*  
**Fuente:** La autora

Los compuestos mayoritarios de la especie *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX se puede apreciar en la figura 23, entre los cuales tenemos: Byciclogermacrene (3,52%), Cuparene (3,02%),  $\delta$ -Cadinene (4,81%),  $\tau$ -Cadinol (15,23%),  $\tau$ -Muurolol (19,08%), Cadalene (2,82%), Hexahydrofarnesyl acetone (3,97%).



**Figura 23.** Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de *Campylopus richardii*  
**Fuente:** La autora

No fue posible

evidenciar

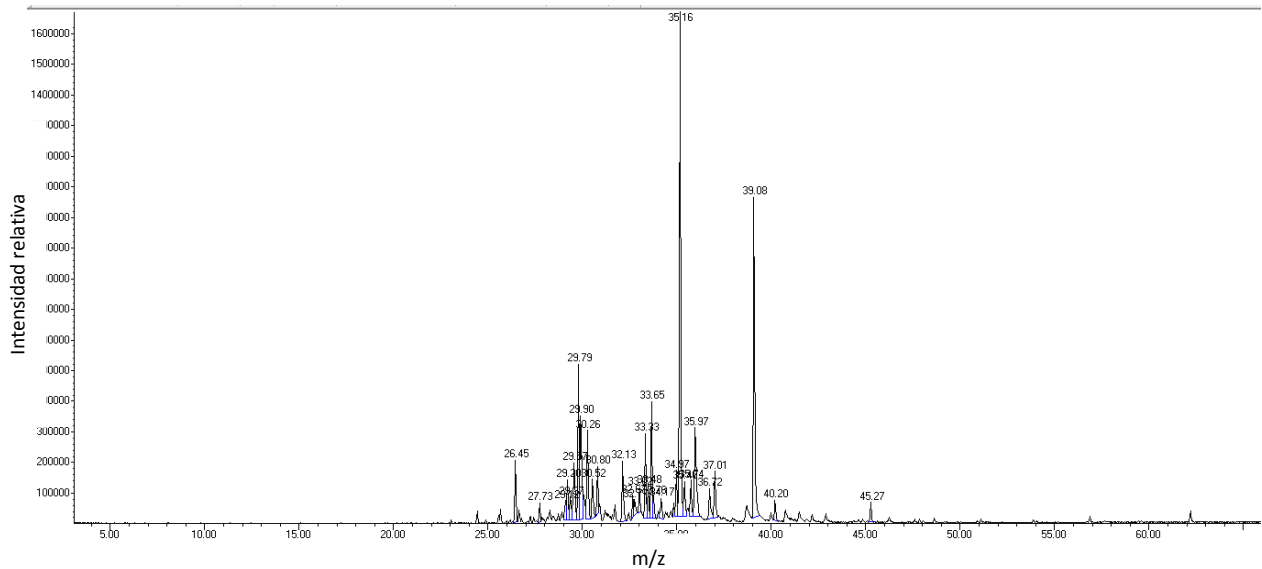
investigaciones acerca de la composición química de *Campylopus richardii* y los estudios realizados por familia son muy escasos.

La especie *Pohlia nutans*, perteneciente al grupo de briófitas, según Ücuncu et al (2010) presenta Hexahydrofarnesyl acetone (3,7%) como parte de sus compuestos mayoritarios, en el presente estudio se identificó en las columnas DB5-MS y HP-INNOWAX de las especie: *Macromitrium perreflexum*, *Leptodontium viticulosoides*, *Herbertus juniperinus* y *Campylopus richardii*, formando parte de sus compuestos mayoritarios en la última especie mencionada

Los compuestos encontrados como es el  $\tau$ -Cadinol y  $\beta$ -Elemene, presentes en *Campylopus richardii* y *Frullania brasiliensis* respectivamente, según literatura se reporta que muestran toxicidad selectiva contra adenocarcinoma en la línea celular de colon humano y citotoxicidad contra las células tumorales (Silvestre et al. 2005).

➤ ***Macromitrium perreflexum***

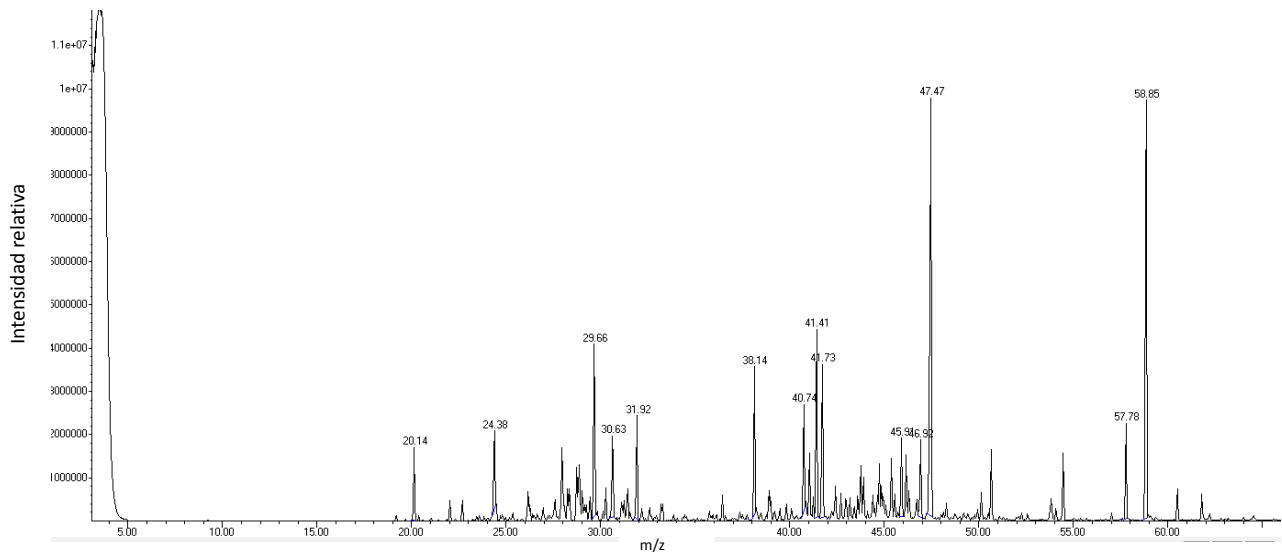
En la figura 24 se observa el perfil cromatográfico en la columna no polar DB-5MS.



**Figura 24.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Macromitrium perreflexum* obtenido en la columna DB-5MS

**Fuente:** Investigación Experimental

En la figura 25 se aprecia el perfil cromatográfico de la especie en la columna polar HP-INNOWAX mediante la técnica de CG-EM.



**Figura 25.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Macromitrium perreflexum* obtenido en la columna HP-INNOWAX

**Fuente:** Investigación Experimental

**Tabla 9. Composición química de *Macromitrium perreflexum***

N°	COMPUESTOS	DB5-MS			HP-INNOWAX		
		IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>	IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>
1	Bicycloelemene	1320	1316 <sup>dc</sup>	0,09	1476	1478 <sup>v</sup>	1,84
2	Junipene	1380	1380 <sup>cx</sup>	0,62	1540	1557 <sup>cu</sup>	0,51
3	Longicyclene	1399	1388 <sup>ba</sup>	2,33	.....	.....	.....
4	β-Gurjenene	1418	1422 <sup>cn</sup>	0,51	1583	1559 <sup>x</sup>	1,88
5	β-Barbatene	1430	1450 <sup>h</sup>	0,84	.....	.....	.....
6	Alloaromadendrene	1443	1443 <sup>l</sup>	1,17	1630	1637 <sup>cu</sup>	0,34
7	Germacrene D	1466	1470 <sup>bv</sup>	3,95	1698	1710 <sup>do</sup>	1,48
8	α-Amorphene	1475	472 <sup>aw</sup>	2,73	1677	1678 <sup>ax</sup>	2,24
9	bicyclogermacrene	1480	1500 <sup>b</sup>	9,68	1723	1723 <sup>ch</sup>	4,90
10	Ledene	1492	1493 <sup>cs</sup>	5,12	1685	1698 <sup>ac</sup>	0,82
11	δ-Cadinene	1505	1512 <sup>da</sup>	2,43	1750	1764 <sup>bk</sup>	2,57
12	α-Muurolene	1516	1517 <sup>bc</sup>	1,26	1786	1769 <sup>dh</sup>	2,67
13	γ-Selinene	1528	1532 <sup>dd</sup>	1,00	1688	1690 <sup>ñ</sup>	0,78
14	β-Selinene	1539	1509 <sup>bc</sup>	2,15	1702	1708 <sup>az</sup>	2,07
15	Cubenene	1553	1552 <sup>bc</sup>	2,34	1772	1778 <sup>az</sup>	0,97
16	Spathulenol	1562	1566 <sup>dc</sup>	1,87	2119	2121 <sup>cv</sup>	0,79
17	β-bisabolene	1570	1548 <sup>dk</sup>	3,78	1717	1720 <sup>r</sup>	0,62
18	viridiflorol	1578	1569 <sup>bx</sup>	4,36	2079	2089 <sup>cv</sup>	4,69
19	Ledol	1591	1580 <sup>dn</sup>	1,59	2048	2030 <sup>r</sup>	3,09
20	Selina-3,11-dien-6α-ol	1618	1644 <sup>b</sup>	19,71	2270	2273 <sup>bj</sup>	15,20
21	γ-Eudesmol	1640	1638 <sup>dz</sup>	7,32	2166	2170 <sup>r</sup>	0,64
22	No identificado	1660	.....	1,68	2382	.....	1,84
23	Cedrenol	1667	1645 <sup>dv</sup>	2,52	2140	2133 <sup>ci</sup>	0,63
24	Xanthorizol	1714	1748 <sup>b</sup>	1,58	2643	2717 <sup>f</sup>	2,28
25	Curcuphenol	1724	1718 <sup>b</sup>	10,60	2682	2645 <sup>f</sup>	11,24
26	No identificado	1756	.....	1,4	.....	.....	.....
27	No identificado	1772	.....	1,34	.....	.....	.....
28	Hexahydrofarnesyl acetone	1834	1835 <sup>dl</sup>	0,60	2126	2131 <sup>bu</sup>	0,62
29	No identificado	.....	.....	.....	2150	.....	1,15

30	No identificado	.....	.....	.....	<b>2177</b>	.....	1,34
31	Rimuen	<b>1904</b>	1894 <sup>ae</sup>	0,68	<b>2181</b>	2147 <sup>y</sup>	0,89
32	Viridiflorene	.....	.....	.....	<b>1706</b>	1708 <sup>dw</sup>	0,83
33	bicyclogermacrene	.....	.....	.....	<b>1740</b>	1732 <sup>x</sup>	0,84
34	Palustrol	.....	.....	.....	<b>1916</b>	1931 <sup>an</sup>	0,63
35	Caryophyllene oxide	.....	.....	.....	<b>1968</b>	1966 <sup>cu</sup>	3,40
36	Carotol	.....	.....	.....	<b>2058</b>	2045 <sup>ah</sup>	1,72
37	Globulol	.....	.....	.....	<b>2070</b>	2070 <sup>r</sup>	4,88
38	Rosifoliol	.....	.....	.....	<b>2111</b>	2144 <sup>ag</sup>	0,58
39	Widdrol	.....	.....	.....	<b>2145</b>	2178 <sup>bp</sup>	1,42
40	Torreyol	.....	.....	.....	<b>2174</b>	2180 <sup>cv</sup>	0,64
41	$\alpha$ -Cadinol	.....	.....	.....	<b>2198</b>	2218 <sup>az</sup>	1,72
42	$\alpha$ -Eudesmol	.....	.....	.....	<b>2216</b>	2210 <sup>r</sup>	2,20
43	$\beta$ -Eudesmol	.....	.....	.....	<b>2225</b>	2220 <sup>cv</sup>	1,72
44	$\tau$ -Muurolol	.....	.....	.....	<b>2230</b>	2209 <sup>as</sup>	0,81
45	Selin-11-en-4- $\alpha$ -ol	.....	.....	.....	<b>2251</b>	2273 <sup>ck</sup>	2,28
46	Farnesol	.....	.....	.....	<b>2363</b>	2351 <sup>az</sup>	0,73
47	No identificado	.....	.....	.....	<b>2521</b>	.....	1,73
		<b>*TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>90,81</b>	<b>**TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>88,18</b>

a= % del área de los picos reportados en la columna DB5-MS y HP-INNOWAX respectivamente.

\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en DB5-MS.

\*\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en HP-INNOWAX.

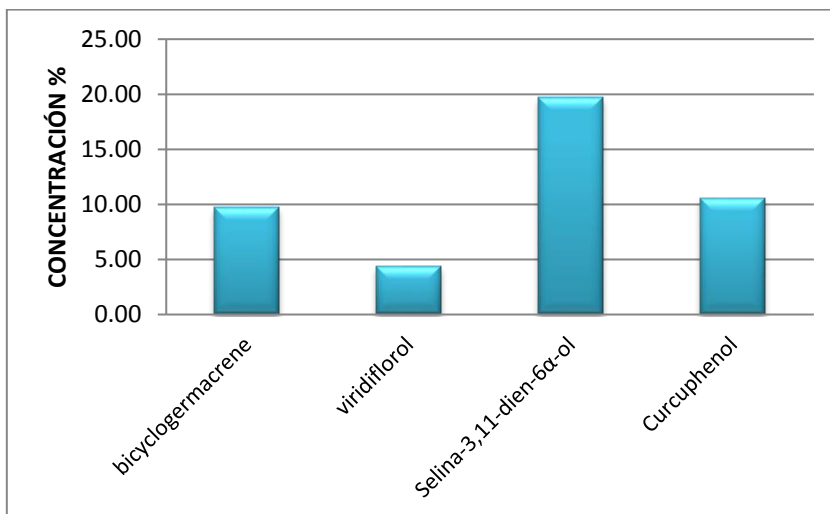
IR<sup>cal</sup>= Índice de retención de Kovats calculado.

IR<sup>ref</sup>= Índice de retención de Kovats reportado en la literatura. <sup>a</sup>ref. 1; <sup>b</sup>ref. 2; <sup>c</sup>ref. 3; <sup>d</sup>ref. 4; <sup>e</sup>ref. 5; <sup>f</sup>ref. 6; <sup>g</sup>ref. 7; <sup>h</sup>ref. 8; <sup>i</sup>ref. 9; <sup>j</sup>ref. 10; <sup>k</sup>ref. 11; <sup>l</sup>ref. 12; <sup>m</sup>ref. 13; <sup>n</sup>ref. 14; <sup>ñ</sup>ref. 15; <sup>o</sup>ref. 16; <sup>p</sup>ref. 17; <sup>q</sup>ref. 18; <sup>r</sup>ref. 19; <sup>s</sup>ref. 20; <sup>t</sup>ref. 21; <sup>u</sup>ref. 22; <sup>v</sup>ref. 23; <sup>w</sup>ref. 24; <sup>x</sup>ref. 25; <sup>y</sup>ref. 26; <sup>z</sup>ref. 27; <sup>ab</sup>ref. 28; <sup>ac</sup>ref. 29; <sup>ad</sup>ref. 30; <sup>ae</sup>ref. 31; <sup>af</sup>ref. 32; <sup>ag</sup>ref. 33; <sup>ah</sup>ref. 34; <sup>ai</sup>ref. 35; <sup>aj</sup>ref. 36; <sup>ak</sup>ref. 37; <sup>al</sup>ref. 38; <sup>am</sup>ref. 39; <sup>an</sup>ref. 40; <sup>añ</sup>ref. 41; <sup>ao</sup>ref. 42; <sup>ap</sup>ref. 43; <sup>aq</sup>ref. 44; <sup>ar</sup>ref. 45; <sup>as</sup>ref. 46; <sup>at</sup>ref. 47; <sup>au</sup>ref. 48; <sup>av</sup>ref. 49; <sup>aw</sup>ref. 50; <sup>ax</sup>ref. 51; <sup>ay</sup>ref. 52; <sup>az</sup>ref. 53; <sup>ba</sup>ref. 54; <sup>bb</sup>ref. 45; <sup>bc</sup>ref. 56; <sup>bd</sup>ref. 57; <sup>be</sup>ref. 58; <sup>bf</sup>ref. 59; <sup>bg</sup>ref. 60; <sup>bh</sup>ref. 61; <sup>bi</sup>ref. 62; <sup>bj</sup>ref. 63; <sup>bk</sup>ref. 64; <sup>bl</sup>ref. 65; <sup>bm</sup>ref. 66; <sup>bn</sup>ref. 67; <sup>bñ</sup>ref. 68; <sup>bo</sup>ref. 69; <sup>bp</sup>ref. 70; <sup>bq</sup>ref. 71; <sup>br</sup>ref. 72; <sup>bs</sup>ref. 73; <sup>bt</sup>ref. 74; <sup>bu</sup>ref. 75; <sup>bv</sup>ref. 76; <sup>bw</sup>ref. 77; <sup>bx</sup>ref. 78; <sup>by</sup>ref. 79; <sup>bz</sup>ref. 80; <sup>ca</sup>ref. 81; <sup>cb</sup>ref. 82; <sup>cc</sup>ref. 83; <sup>cd</sup>ref. 84; <sup>ce</sup>ref. 85; <sup>cf</sup>ref. 86; <sup>cg</sup>ref. 87; <sup>ch</sup>ref. 88; <sup>ci</sup>ref. 89; <sup>cj</sup>ref. 90; <sup>ck</sup>ref. 91; <sup>cl</sup>ref. 92; <sup>cm</sup>ref. 93; <sup>cn</sup>ref. 94; <sup>cñ</sup>ref. 95; <sup>co</sup>ref. 96; <sup>cp</sup>ref. 97; <sup>cq</sup>ref. 98; <sup>cr</sup>ref. 99; <sup>cs</sup>ref. 100; <sup>ct</sup>ref. 101; <sup>cu</sup>ref. 102; <sup>cv</sup>ref. 103; <sup>cw</sup>ref. 104; <sup>cx</sup>ref. 105; <sup>cy</sup>ref. 106; <sup>cz</sup>ref. 107; <sup>da</sup>ref. 108; <sup>db</sup>ref. 109; <sup>dc</sup>ref. 110; <sup>dd</sup>ref. 111; <sup>de</sup>ref. 112; <sup>df</sup>ref. 113; <sup>dg</sup>ref. 114; <sup>dh</sup>ref. 115; <sup>di</sup>ref. 116; <sup>dj</sup>ref. 117; <sup>dk</sup>ref. 118; <sup>dl</sup>ref. 119; <sup>dm</sup>ref. 120; <sup>dn</sup>ref. 121; <sup>dñ</sup>ref. 122; <sup>do</sup>ref. 123; <sup>dp</sup>ref. 124; <sup>dq</sup>ref. 125; <sup>dr</sup>ref. 126; <sup>ds</sup>ref. 127; <sup>dt</sup>ref. 128; <sup>du</sup>ref. 129; <sup>dv</sup>ref. 130; <sup>dw</sup>ref. 131; <sup>dx</sup>ref. 132; <sup>dy</sup>ref. 133; <sup>dz</sup>ref. 134; Ver anexo (III).

Fuente: La autora

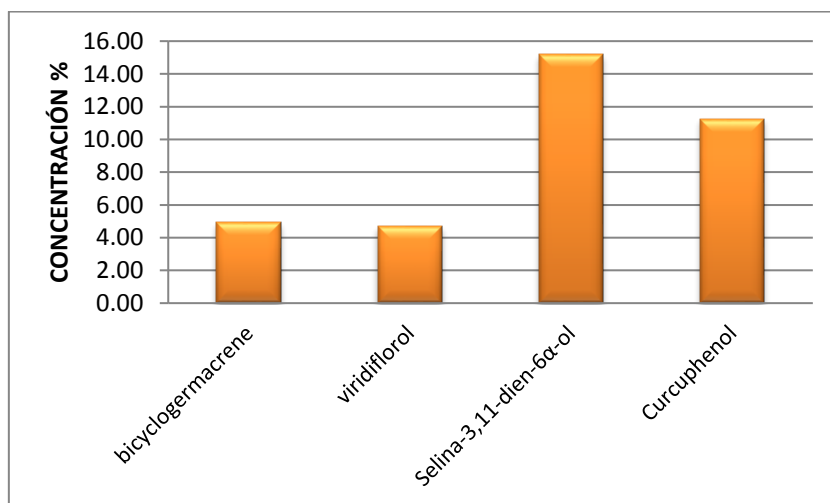


En la especie *Macromitrium perreflexum* los compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS se muestran en la figura 26, entre los cuales tenemos: bicyclogermacrene (9,68%), viridiflorol (4,36%), Selina-3,11-dien-6 $\alpha$ -ol (19,71%), Curcuphenol (10,60%).



**Figura 26.** Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS de *Macromitrium perreflexum*  
Fuente: La autora

Los compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de *Macromitrium perreflexum* se muestran en la figura 27, entre los cuales tenemos: bicyclogermacrene (4,90%), viridiflorol (4,69%), Selina-3,11-dien-6 $\alpha$ -ol (15,20%), Curcuphenol (11,24%).



**Figura 27.** Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de *Macromitrium perreflexum*  
Fuente: La autora

No fue posible encontrar estudios sobre la composición química de *Macromitrium perreflexum*.

Los compuestos mayoritarios que se determinaron en *Macromitrium perreflexum* están presentes en varias especies como: *Centella asiática*, donde el perfil químico del aceite esencial ha revelado un alto contenido de compuestos como son Bicyclogermacrene (11.22%) y trans-caryophellene (19.08%), afirmando que los mismos son agentes antitumorales y poseen una fuerte actividad antimicrobiana (Oyedeki & Afolayan 2005).

*Chenopodium botrys L.* en su composición química presenta selina-3.11-dien-6 $\alpha$ -ol (6.1%) formando parte de sus compuestos mayoritarios, de manera similar a *Macromitrium perreflexum*, en dicho estudio no mostró actividad significativa contra *Gram-positivas* y *Gram-negativas*, aunque se ve ligeramente activo contra *Candida albicans* y *Aspergillus niger*, además que sus efectos son bactericida y no bacteriostáticos (Tzakou et al. 2014)

➤ ***Leptodontium viticulosoides***

En la figura 28 se observa el perfil cromatográfico en la columna no polar DB-5MS.

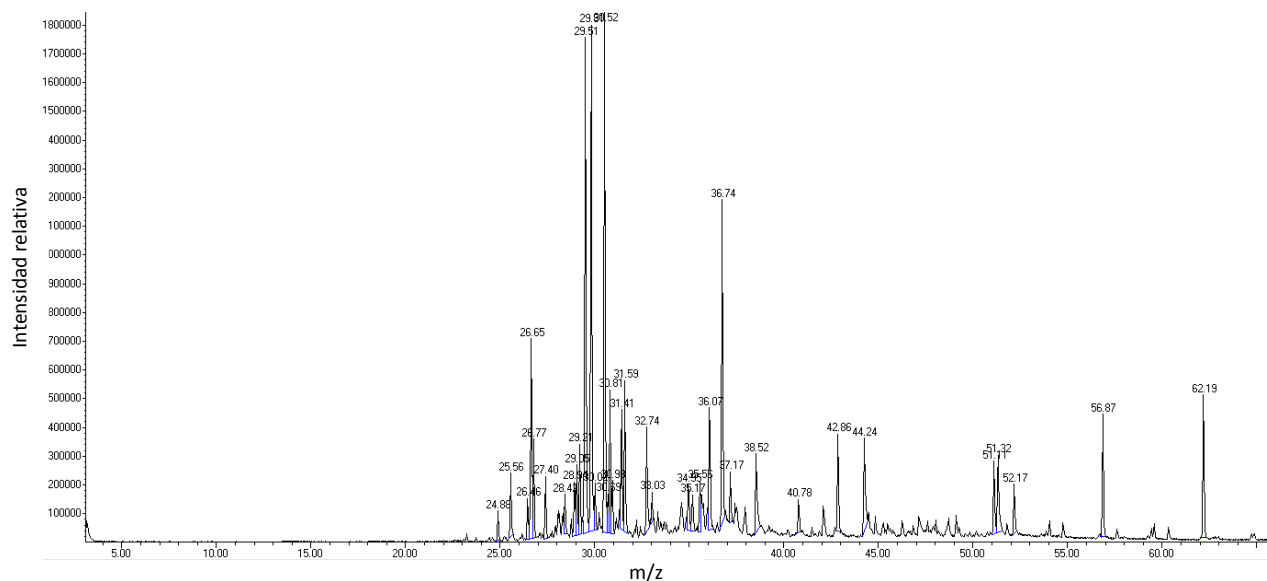


Tabla 10. Composición química de *Leptodontium viticulosoides*

N°	COMPUESTOS	DB5-MS			HP-INNOWAX		
		IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>	IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>
1	α-Copaene	1363	1372 <sup>b</sup>	0,45	1477	1482 <sup>az</sup>	0,50
2	β-Elemene	1378	1383 <sup>da</sup>	1,26	1558	1578 <sup>ax</sup>	0,56
3	α-Gurjunene	1392	1393 <sup>da</sup>	0,25	1561	1544 <sup>an</sup>	1,83
4	trans-Caryophyllene	1404	1392 <sup>b</sup>	5,32	1581	1569 <sup>cr</sup>	5,91
5	α-Bergamotene	1422	1428 <sup>dd</sup>	1,31	1575	1570 <sup>ba</sup>	1,31
6	α-Muurolene	1439	1457 <sup>dñ</sup>	1,43	1711	1723 <sup>al</sup>	1,55
7	β-Santalene;	1447	1457 <sup>cg</sup>	1,58	1637	1631 <sup>bq</sup>	0,51
8	β-Selinene	1473	1492 <sup>bx</sup>	13,52	1701	1706 <sup>w</sup>	8,56
9	α-Selinene	1481	1493 <sup>cj</sup>	10,50	1707	1727 <sup>al</sup>	8,56
10	β-Bisabolene	1498	1505 <sup>b</sup>	9,12	1717	1723 <sup>cc</sup>	11,20
11	δ-Cadinene	1505	1486 <sup>l</sup>	3,91	1745	1755 <sup>al</sup>	4,11
12	Selina-3,7(11)-diene	1525	1542 <sup>cñ</sup>	5,59	1761	1735 <sup>dj</sup>	5,80
13	Germacrene B	1541	1527 <sup>cñ</sup>	0,89	.....	.....	.....
14	Nerolidol	1555	1555 <sup>h</sup>	2,53	2041	2042 <sup>co</sup>	4,17
15	Caryophyllene oxide	1562	1578 <sup>bb</sup>	1,24	1971	1966 <sup>cu</sup>	1,25
16	Viridiflorol	1570	1569 <sup>h</sup>	1,00	2138	2126 <sup>cf</sup>	0,85
17	Globulol	1579	1584 <sup>bs</sup>	1,09	2062	2063 <sup>t</sup>	0,58
18	Himbaccol	1602	1600 <sup>k</sup>	2,06	.....	.....	.....
19	Khusimone	1612	1605 <sup>bñ</sup>	2,85	.....	.....	.....
20	τ-Cadinol	1629	1639 <sup>bb</sup>	2,73	2161	2180 <sup>j</sup>	1,04
21	τ-Muurolol	1642	1640 <sup>bb</sup>	3,73	2222	2209 <sup>as</sup>	1,90
22	Cadalene	1660	1652 <sup>av</sup>	7,26	2275	2256 <sup>bu</sup>	6,81
23	Pentadecanal	1672	1692 <sup>bo</sup>	1,60	2021	2041 <sup>ai</sup>	0,92
24	Isospathulenol	1680	1666 <sup>bm</sup>	1,62	.....	.....	.....
25	Farnesol	1709	1695 <sup>m</sup>	2,74	2354	2356 <sup>az</sup>	2,39
26	Cis-Farnesol	1728	1718 <sup>dm</sup>	1,14	.....	.....	.....
27	No identificado	1773	.....	1,11	.....	.....	.....
28	Hexadecanal	1810	1818 <sup>bt</sup>	0,97	2126	2100 <sup>cf</sup>	1,35

29	Hexahydrofarnesyl acetone	1833	1836 <sup>dl</sup>	2,14	2118	2131 <sup>bu</sup>	2,10
30	1-Hexadecanal	1874	1880 <sup>bt</sup>	3,04	2377	2384 <sup>n</sup>	2,87
31	Rumuen	1904	1902 <sup>h</sup>	0,42	.....	.....	.....
32	Sandaracopimaradiene	1935	1922 <sup>b</sup>	0,36	.....	.....	.....
33	Hexadecanoic acid	1963	1964 <sup>k</sup>	0,80	.....	.....	.....
34	Octadecanal	2011	2016 <sup>ce</sup>	0,60	.....	.....	.....
35	Methyl $\alpha$ -linolenate	2025	2047 <sup>ay</sup>	0,53	.....	.....	.....
36	$\alpha$ -Cedrene	.....	.....	.....	1611	1600 <sup>di</sup>	0,47
37	Aromadendrene	.....	.....	.....	1648	1640 <sup>at</sup>	0,76
38	Alloaromadendrene	.....	.....	.....	1662	1657 <sup>at</sup>	2,16
39	$\beta$ -Farnesene	.....	.....	.....	1671	1670 <sup>r</sup>	1,43
40	$\gamma$ -Muuroleone	.....	.....	.....	1674	1684 <sup>w</sup>	0,86
42	$\beta$ -Guaiene	.....	.....	.....	1680	1667 <sup>ao</sup>	0,44
43	Germacrene D	.....	.....	.....	1692	1693 <sup>j</sup>	2,05
44	$\alpha$ -Amorphene	.....	.....	.....	1695	1692 <sup>cp</sup>	0,75
45	ar-Curcumene	.....	.....	.....	1765	1762 <sup>ax</sup>	0,79
46	Cis-Calamene	.....	.....	.....	1819	1827 <sup>s</sup>	0,90
47	Carotol	.....	.....	.....	2050	2045 <sup>ah</sup>	0,68
48	CedrelaTol	.....	.....	.....	2177	2180 <sup>j</sup>	0,76
49	Torreyol= $\alpha$ -muurolol	.....	.....	.....	2190	2209 <sup>br</sup>	1,37
50	$\alpha$ -Cadinol	.....	.....	.....	2240	2230 <sup>r</sup>	2,17
	Phytol	.....	.....	.....	2615	2622 <sup>ca</sup>	2,24
		<b>*TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>96</b>	<b>**TOTAL IDENTIFICADO</b>		<b>94,47</b>

a= % del área de los picos reportados en la columna DB5-MS y HP-INNOWAX respectivamente.

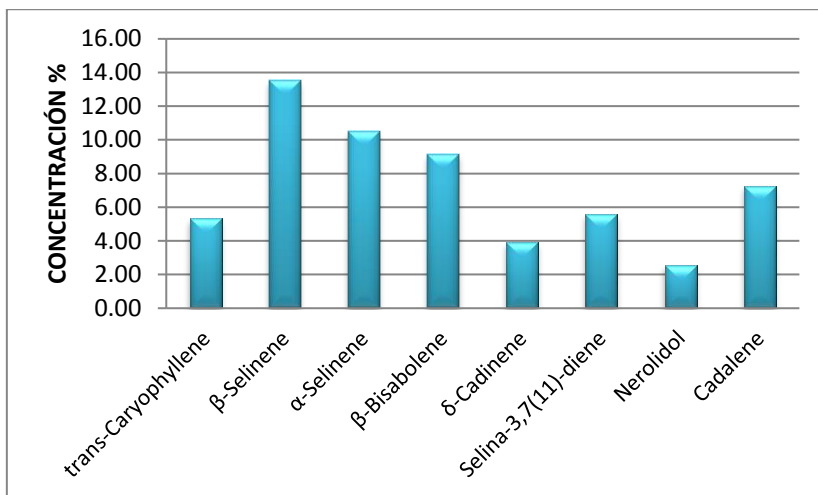
\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en DB5-MS.

\*\*= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en HP-INNOWAX.

IR<sup>cal</sup>= Índice de retención de Kovats calculado.

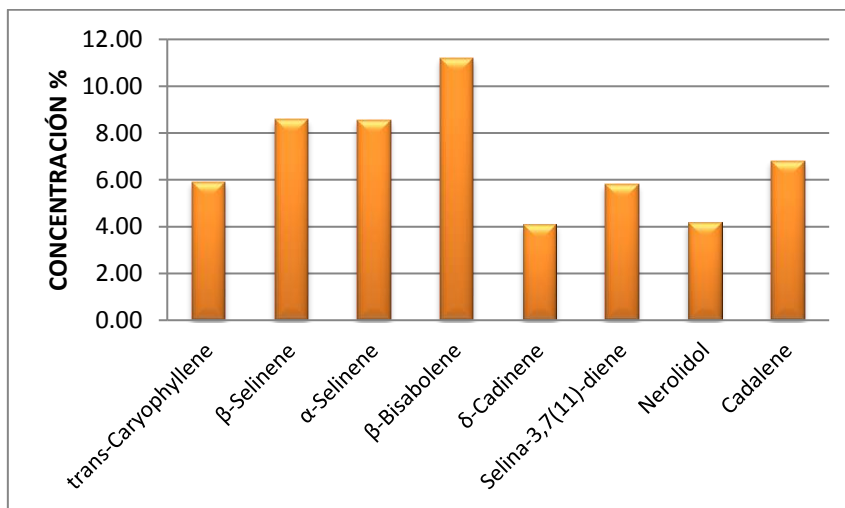
IR<sup>ref</sup>= Índice de retención de Kovats reportado en la literatura. <sup>a</sup>ref. 1; <sup>b</sup> ref. 2; <sup>c</sup> ref. 3; <sup>d</sup> ref. 4; <sup>e</sup> ref. 5; <sup>f</sup> ref. 6; <sup>g</sup> ref. 7; <sup>h</sup> ref. 8; <sup>i</sup> ref. 9; <sup>j</sup> ref. 10; <sup>k</sup> ref. 11; <sup>l</sup> ref. 12; <sup>m</sup> ref. 13; <sup>n</sup> ref. 14; <sup>o</sup> ref. 15; <sup>p</sup> ref. 16; <sup>q</sup> ref. 17; <sup>r</sup> ref. 18; <sup>s</sup> ref. 19; <sup>t</sup> ref. 20; <sup>u</sup> ref. 21; <sup>v</sup> ref. 22; <sup>w</sup> ref. 23; <sup>x</sup> ref. 24; <sup>y</sup> ref. 26; <sup>z</sup> ref. 27; <sup>ab</sup> ref. 28; <sup>ac</sup> ref. 29; <sup>ad</sup> ref. 30; <sup>ae</sup> ref. 31; <sup>af</sup> ref. 32; <sup>ag</sup> ref. 33; <sup>ah</sup> ref. 34; <sup>ai</sup> ref. 35; <sup>aj</sup> ref. 36; <sup>ak</sup> ref. 37; <sup>al</sup> ref. 38; <sup>am</sup> ref. 39; <sup>an</sup> ref. 40; <sup>ao</sup> ref. 41; <sup>ap</sup> ref. 42; <sup>aq</sup> ref. 43; <sup>ar</sup> ref. 44; <sup>as</sup> ref. 45; <sup>at</sup> ref. 46; <sup>au</sup> ref. 47; <sup>av</sup> ref. 48; <sup>aw</sup> ref. 49; <sup>ax</sup> ref. 50; <sup>ay</sup> ref. 51; <sup>az</sup> ref. 52; <sup>ba</sup> ref. 53; <sup>bb</sup> ref. 54; <sup>bc</sup> ref. 55; <sup>bd</sup> ref. 56; <sup>be</sup> ref. 57; <sup>bf</sup> ref. 58; <sup>bg</sup> ref. 59; <sup>bh</sup> ref. 60; <sup>bi</sup> ref. 61; <sup>bj</sup> ref. 62; <sup>bk</sup> ref. 63; <sup>bl</sup> ref. 64; <sup>bm</sup> ref. 65; <sup>bn</sup> ref. 66; <sup>bo</sup> ref. 67; <sup>bp</sup> ref. 68; <sup>bq</sup> ref. 69; <sup>br</sup> ref. 70; <sup>bs</sup> ref. 71; <sup>bt</sup> ref. 72; <sup>bu</sup> ref. 73; <sup>bv</sup> ref. 74; <sup>bw</sup> ref. 75; <sup>bx</sup> ref. 76; <sup>by</sup> ref. 77; <sup>bz</sup> ref. 78; <sup>ca</sup> ref. 79; <sup>cb</sup> ref. 80; <sup>cc</sup> ref. 81; <sup>cd</sup> ref. 82; <sup>ce</sup> ref. 83; <sup>cf</sup> ref. 84; <sup>cg</sup> ref. 85; <sup>ch</sup> ref. 86; <sup>ci</sup> ref. 87; <sup>cl</sup> ref. 88; <sup>cm</sup> ref. 89; <sup>cn</sup> ref. 90; <sup>co</sup> ref. 91; <sup>cp</sup> ref. 92; <sup>cq</sup> ref. 93; <sup>cr</sup> ref. 94; <sup>cs</sup> ref. 95; <sup>ct</sup> ref. 96; <sup>cu</sup> ref. 97; <sup>cv</sup> ref. 98; <sup>cw</sup> ref. 99; <sup>cx</sup> ref. 100; <sup>cy</sup> ref. 101; <sup>cz</sup> ref. 102; <sup>da</sup> ref. 103; <sup>db</sup> ref. 104; <sup>dc</sup> ref. 105; <sup>dd</sup> ref. 106; <sup>de</sup> ref. 107; <sup>df</sup> ref. 108; <sup>dg</sup> ref. 109; <sup>dh</sup> ref. 110; <sup>di</sup> ref. 111; <sup>dj</sup> ref. 112; <sup>dk</sup> ref. 113; <sup>dl</sup> ref. 114; <sup>dm</sup> ref. 115; <sup>dn</sup> ref. 116; <sup>do</sup> ref. 117; <sup>dp</sup> ref. 118; <sup>dq</sup> ref. 119; <sup>dr</sup> ref. 120; <sup>ds</sup> ref. 121; <sup>dt</sup> ref. 122; <sup>du</sup> ref. 123; <sup>dv</sup> ref. 124; <sup>dw</sup> ref. 125; <sup>dx</sup> ref. 126; <sup>dy</sup> ref. 127; <sup>dz</sup> ref. 128; <sup>ea</sup> ref. 129; <sup>eb</sup> ref. 130; <sup>ec</sup> ref. 131; <sup>ed</sup> ref. 132; <sup>ee</sup> ref. 133; <sup>ef</sup> ref. 134; <sup>eg</sup> ref. 135; <sup>eh</sup> ref. 136; <sup>ei</sup> ref. 137; <sup>ej</sup> ref. 138; <sup>ek</sup> ref. 139; <sup>el</sup> ref. 140; <sup>em</sup> ref. 141; <sup>en</sup> ref. 142; <sup>eo</sup> ref. 143; <sup>ep</sup> ref. 144; <sup>eq</sup> ref. 145; <sup>er</sup> ref. 146; <sup>es</sup> ref. 147; <sup>et</sup> ref. 148; <sup>eu</sup> ref. 149; <sup>ev</sup> ref. 150; <sup>ew</sup> ref. 151; <sup>ex</sup> ref. 152; <sup>ey</sup> ref. 153; <sup>ez</sup> ref. 154; <sup>fa</sup> ref. 155; <sup>fb</sup> ref. 156; <sup>fc</sup> ref. 157; <sup>fd</sup> ref. 158; <sup>fe</sup> ref. 159; <sup>ff</sup> ref. 160; <sup>fg</sup> ref. 161; <sup>fh</sup> ref. 162; <sup>fi</sup> ref. 163; <sup>fj</sup> ref. 164; <sup>fk</sup> ref. 165; <sup>fl</sup> ref. 166; <sup>fm</sup> ref. 167; <sup>fn</sup> ref. 168; <sup>fo</sup> ref. 169; <sup>fp</sup> ref. 170; <sup>fq</sup> ref. 171; <sup>fr</sup> ref. 172; <sup>fs</sup> ref. 173; <sup>ft</sup> ref. 174; <sup>fu</sup> ref. 175; <sup>fv</sup> ref. 176; <sup>fw</sup> ref. 177; <sup>fx</sup> ref. 178; <sup>fy</sup> ref. 179; <sup>fz</sup> ref. 180; <sup>ga</sup> ref. 181; <sup>gb</sup> ref. 182; <sup>gc</sup> ref. 183; <sup>gd</sup> ref. 184; <sup>ge</sup> ref. 185; <sup>gf</sup> ref. 186; <sup>gg</sup> ref. 187; <sup>gh</sup> ref. 188; <sup>gi</sup> ref. 189; <sup>gj</sup> ref. 190; <sup>gk</sup> ref. 191; <sup>gl</sup> ref. 192; <sup>gm</sup> ref. 193; <sup>gn</sup> ref. 194; <sup>go</sup> ref. 195; <sup>gp</sup> ref. 196; <sup>gq</sup> ref. 197; <sup>gr</sup> ref. 198; <sup>gs</sup> ref. 199; <sup>gt</sup> ref. 200; <sup>gu</sup> ref. 201; <sup>gv</sup> ref. 202; <sup>gw</sup> ref. 203; <sup>gx</sup> ref. 204; <sup>gy</sup> ref. 205; <sup>gz</sup> ref. 206; <sup>ha</sup> ref. 207; <sup>hb</sup> ref. 208; <sup>hc</sup> ref. 209; <sup>hd</sup> ref. 210; <sup>he</sup> ref. 211; <sup>hf</sup> ref. 212; <sup>hg</sup> ref. 213; <sup>hh</sup> ref. 214; <sup>hi</sup> ref. 215; <sup>hj</sup> ref. 216; <sup>hk</sup> ref. 217; <sup>hl</sup> ref. 218; <sup>hm</sup> ref. 219; <sup>hn</sup> ref. 220; <sup>ho</sup> ref. 221; <sup>hp</sup> ref. 222; <sup>hq</sup> ref. 223; <sup>hr</sup> ref. 224; <sup>hs</sup> ref. 225; <sup>ht</sup> ref. 226; <sup>hu</sup> ref. 227; <sup>hv</sup> ref. 228; <sup>hw</sup> ref. 229; <sup>hx</sup> ref. 230; <sup>hy</sup> ref. 231; <sup>hz</sup> ref. 232; <sup>ia</sup> ref. 233; <sup>ib</sup> ref. 234; <sup>ic</sup> ref. 235; <sup>id</sup> ref. 236; <sup>ie</sup> ref. 237; <sup>if</sup> ref. 238; <sup>ig</sup> ref. 239; <sup>ih</sup> ref. 240; <sup>ii</sup> ref. 241; <sup>ij</sup> ref. 242; <sup>ik</sup> ref. 243; <sup>il</sup> ref. 244; <sup>im</sup> ref. 245; <sup>in</sup> ref. 246; <sup>io</sup> ref. 247; <sup>ip</sup> ref. 248; <sup>iq</sup> ref. 249; <sup>ir</sup> ref. 250; <sup>is</sup> ref. 251; <sup>it</sup> ref. 252; <sup>iu</sup> ref. 253; <sup>iv</sup> ref. 254; <sup>iw</sup> ref. 255; <sup>ix</sup> ref. 256; <sup>iy</sup> ref. 257; <sup>iz</sup> ref. 258; <sup>ja</sup> ref. 259; <sup>jb</sup> ref. 260; <sup>jc</sup> ref. 261; <sup>jd</sup> ref. 262; <sup>je</sup> ref. 263; <sup>jf</sup> ref. 264; <sup>jj</sup> ref. 265; <sup>jk</sup> ref. 266; <sup>jl</sup> ref. 267; <sup>jm</sup> ref. 268; <sup>jn</sup> ref. 269; <sup>jo</sup> ref. 270; <sup>jp</sup> ref. 271; <sup>jq</sup> ref. 272; <sup>jr</sup> ref. 273; <sup>js</sup> ref. 274; <sup>jt</sup> ref. 275; <sup>ju</sup> ref. 276; <sup>jv</sup> ref. 277; <sup>jw</sup> ref. 278; <sup>ja</sup> ref. 279; <sup>jb</sup> ref. 280; <sup>jc</sup> ref. 281; <sup>jd</sup> ref. 282; <sup>je</sup> ref. 283; <sup>jf</sup> ref. 284; <sup>kg</sup> ref. 285; <sup>kh</sup> ref. 286; <sup>ki</sup> ref. 287; <sup>kl</sup> ref. 288; <sup>km</sup> ref. 289; <sup>kn</sup> ref. 290; <sup>ko</sup> ref. 291; <sup>kp</sup> ref. 292; <sup>kq</sup> ref. 293; <sup>kr</sup> ref. 294; <sup>ks</sup> ref. 295; <sup>kt</sup> ref. 296; <sup>ku</sup> ref. 297; <sup>kv</sup> ref. 298; <sup>kw</sup> ref. 299; <sup>kx</sup> ref. 300; <sup>ky</sup> ref. 301; <sup>kz</sup> ref. 302; <sup>la</sup> ref. 303; <sup>lb</sup> ref. 304; <sup>lc</sup> ref. 305; <sup>ld</sup> ref. 306; <sup>le</sup> ref. 307; <sup>lf</sup> ref. 308; <sup>lg</sup> ref. 309; <sup>lh</sup> ref. 310; <sup>li</sup> ref. 311; <sup>lj</sup> ref. 312; <sup>lk</sup> ref. 313; <sup>ll</sup> ref. 314; <sup>lm</sup> ref. 315; <sup>ln</sup> ref. 316; <sup>lo</sup> ref. 317; <sup>lp</sup> ref. 318; <sup>lq</sup> ref. 319; <sup>lr</sup> ref. 320; <sup>ls</sup> ref. 321; <sup>lt</sup> ref. 322; <sup>lu</sup> ref. 323; <sup>lv</sup> ref. 324; <sup>lw</sup> ref. 325; <sup>lx</sup> ref. 326; <sup>ly</sup> ref. 327; <sup>lz</sup> ref. 328; <sup>ma</sup> ref. 329; <sup>mb</sup> ref. 330; <sup>mc</sup> ref. 331; <sup>md</sup> ref. 332; <sup>me</sup> ref. 333; <sup>mf</sup> ref. 334; <sup>mg</sup> ref. 335; <sup>mh</sup> ref. 336; <sup>mi</sup> ref. 337; <sup>mj</sup> ref. 338; <sup>mk</sup> ref. 339; <sup>ml</sup> ref. 340; <sup>mn</sup> ref. 341; <sup>mo</sup> ref. 342; <sup>mp</sup> ref. 343; <sup>mq</sup> ref. 344; <sup>mr</sup> ref. 345; <sup>ms</sup> ref. 346; <sup>mt</sup> ref. 347; <sup>mu</sup> ref. 348; <sup>mv</sup> ref. 349; <sup>mw</sup> ref. 350; <sup>mx</sup> ref. 351; <sup>my</sup> ref. 352; <sup>mz</sup> ref. 353; <sup>na</sup> ref. 354; <sup>nb</sup> ref. 355; <sup>nc</sup> ref. 356; <sup>nd</sup> ref. 357; <sup>ne</sup> ref. 358; <sup>nf</sup> ref. 359; <sup>ng</sup> ref. 360; <sup>nh</sup> ref. 361; <sup>ni</sup> ref. 362; <sup>nj</sup> ref. 363; <sup>nk</sup> ref. 364; <sup>nl</sup> ref. 365; <sup>nm</sup> ref. 366; <sup>no</sup> ref. 367; <sup>np</sup> ref. 368; <sup>nq</sup> ref. 369; <sup>nr</sup> ref. 370; <sup>ns</sup> ref. 371; <sup>nt</sup> ref. 372; <sup>nu</sup> ref. 373; <sup>nv</sup> ref. 374; <sup>nw</sup> ref. 375; <sup>nx</sup> ref. 376; <sup>ny</sup> ref. 377; <sup>nz</sup> ref. 378; <sup>oa</sup> ref. 379; <sup>ob</sup> ref. 380; <sup>oc</sup> ref. 381; <sup>od</sup> ref. 382; <sup>oe</sup> ref. 383; <sup>of</sup> ref. 384; <sup>og</sup> ref. 385; <sup>oh</sup> ref. 386; <sup>oi</sup> ref. 387; <sup>oj</sup> ref. 388; <sup>ok</sup> ref. 389; <sup>ol</sup> ref. 390; <sup>om</sup> ref. 391; <sup>on</sup> ref. 392; <sup>oo</sup> ref. 393; <sup>op</sup> ref. 394; <sup>oq</sup> ref. 395; <sup>or</sup> ref. 396; <sup>os</sup> ref. 397; <sup>ot</sup> ref. 398; <sup>ou</sup> ref. 399; <sup>ov</sup> ref. 400; <sup>ow</sup> ref. 401; <sup>ox</sup> ref. 402; <sup>oy</sup> ref. 403; <sup>oz</sup> ref. 404; <sup>pa</sup> ref. 405; <sup>pb</sup> ref. 406; <sup>pc</sup> ref. 407; <sup>pd</sup> ref. 408; <sup>pe</sup> ref. 409; <sup>pf</sup> ref. 410; <sup>pg</sup> ref. 411; <sup>ph</sup> ref. 412; <sup>pi</sup> ref. 413; <sup>pj</sup> ref. 414; <sup>pk</sup> ref. 415; <sup>pl</sup> ref. 416; <sup>pm</sup> ref. 417; <sup>pn</sup> ref. 418; <sup>po</sup> ref. 419; <sup>pp</sup> ref. 420; <sup>pq</sup> ref. 421; <sup>pr</sup> ref. 422; <sup>ps</sup> ref. 423; <sup>pt</sup> ref. 424; <sup>pu</sup> ref. 425; <sup>pv</sup> ref. 426; <sup>pw</sup> ref. 427; <sup>px</sup> ref. 428; <sup>py</sup> ref. 429; <sup>pz</sup> ref. 430; <sup>qa</sup> ref. 431; <sup>qb</sup> ref. 432; <sup>qc</sup> ref. 433; <sup>qd</sup> ref. 434; <sup>qe</sup> ref. 435; <sup>qf</sup> ref. 436; <sup>qg</sup> ref. 437; <sup>qh</sup> ref. 438; <sup>qi</sup> ref. 439; <sup>qj</sup> ref. 440; <sup>qk</sup> ref. 441; <sup>ql</sup> ref. 442; <sup>qm</sup> ref. 443; <sup>qn</sup> ref. 444; <sup>qo</sup> ref. 445; <sup>qp</sup> ref. 446; <sup>qq</sup> ref. 447; <sup>qr</sup> ref. 448; <sup>qs</sup> ref. 449; <sup>qt</sup> ref. 450; <sup>qu</sup> ref. 451; <sup>qv</sup> ref. 452; <sup>qw</sup> ref. 453; <sup>qx</sup> ref. 454; <sup>qy</sup> ref. 455; <sup>qz</sup> ref. 456; <sup>ra</sup> ref. 457; <sup>rb</sup> ref. 458; <sup>rc</sup> ref. 459; <sup>rd</sup> ref. 460; <sup>re</sup> ref. 461; <sup>rf</sup> ref. 462; <sup>rg</sup> ref. 463; <sup>rh</sup> ref. 464; <sup>ri</sup> ref. 465; <sup>rj</sup> ref. 466; <sup>rk</sup> ref. 467; <sup>rl</sup> ref. 468; <sup>rm</sup> ref. 469; <sup>rn</sup> ref. 470; <sup>ro</sup> ref. 471; <sup>rp</sup> ref. 472; <sup>rq</sup> ref. 473; <sup>rr</sup> ref. 474; <sup>rs</sup> ref. 475; <sup>rt</sup> ref. 476; <sup>ru</sup> ref. 477; <sup>rv</sup> ref. 478; <sup>rw</sup> ref. 479; <sup>rx</sup> ref. 480; <sup>ry</sup> ref. 481; <sup>rz</sup> ref. 482; <sup>sa</sup> ref. 483; <sup>sb</sup> ref. 484; <sup>sc</sup> ref. 485; <sup>sd</sup> ref. 486; <sup>se</sup> ref. 487; <sup>sf</sup> ref. 488; <sup>sg</sup> ref. 489; <sup>sh</sup> ref. 490; <sup>si</sup> ref. 491; <sup>sj</sup> ref. 492; <sup>sk</sup> ref. 493; <sup>sl</sup> ref. 494; <sup>sm</sup> ref. 495; <sup>sn</sup> ref. 496; <sup>so</sup> ref. 497; <sup>sp</sup> ref. 498; <sup>sq</sup> ref. 499; <sup>sr</sup> ref. 500; <sup>ss</sup> ref. 501; <sup>st</sup> ref. 502; <sup>su</sup> ref. 503; <sup>sv</sup> ref. 504; <sup>sw</sup> ref. 505; <sup>sx</sup> ref. 506; <sup>sy</sup> ref. 507; <sup>sz</sup> ref. 508; <sup>ta</sup> ref. 509; <sup>tb</sup> ref. 510; <sup>tc</sup> ref. 511; <sup>td</sup> ref. 512; <sup>te</sup> ref. 513; <sup>tf</sup> ref. 514; <sup>tg</sup> ref. 515; <sup>th</sup> ref. 516; <sup>ti</sup> ref. 517; <sup>tj</sup> ref. 518; <sup>tk</sup> ref. 519; <sup>tl</sup> ref. 520; <sup>tm</sup> ref. 521; <sup>tn</sup> ref. 522; <sup>to</sup> ref. 523; <sup>tp</sup> ref. 524; <sup>tq</sup> ref. 525; <sup>tr</sup> ref. 526; <sup>ts</sup> ref. 527; <sup>tu</sup> ref. 528; <sup>tv</sup> ref. 529; <sup>tw</sup> ref. 530; <sup>tx</sup> ref. 531; <sup>ty</sup> ref. 532; <sup>tz</sup> ref. 533; <sup>ua</sup> ref. 534; <sup>ub</sup> ref. 535; <sup>uc</sup> ref. 536; <sup>ud</sup> ref. 537; <sup>ue</sup> ref. 538; <sup>uf</sup> ref. 539; <sup>ug</sup> ref. 540; <sup>uh</sup> ref. 541; <sup>ui</sup> ref. 542; <sup>uj</sup> ref. 543; <sup>uk</sup> ref. 544; <sup>ul</sup> ref. 545; <sup>um</sup> ref. 546; <sup>un</sup> ref. 547; <sup>uo</sup> ref. 548; <sup>up</sup> ref. 549; <sup>uq</sup> ref. 550; <sup>ur</sup> ref. 551; <sup>us</sup> ref. 552; <sup>ut</sup> ref. 553; <sup>uu</sup> ref. 554; <sup>uv</sup> ref. 555; <sup>uw</sup> ref. 556; <sup>ux</sup> ref. 557; <sup>uy</sup> ref. 558; <sup>uz</sup> ref. 559; <sup>va</sup> ref. 560; <sup>vb</sup> ref. 561; <sup>vc</sup> ref. 562; <sup>vd</sup> ref. 563; <sup>ve</sup> ref. 564; <sup>vf</sup> ref. 565; <sup>vg</sup> ref. 566; <sup>vh</sup> ref. 567; <sup>vi</sup> ref. 568; <sup>vj</sup> ref. 569; <sup>vk</sup> ref. 570; <sup>vl</sup> ref. 571; <sup>vm</sup> ref. 572; <sup>vn</sup> ref. 573; <sup>vo</sup> ref. 574; <sup>vp</sup> ref. 575; <sup>vq</sup> ref. 576; <sup>vr</sup> ref. 577; <sup>vs</sup> ref. 578; <sup>vt</sup> ref. 579; <sup>vu</sup> ref. 580; <sup>vv</sup> ref. 581; <sup>vw</sup> ref. 582; <sup>vx</sup> ref. 583; <sup>vy</sup> ref. 584; <sup>vz</sup> ref. 585; <sup>wa</sup> ref. 586; <sup>wb</sup> ref. 587; <sup>wc</sup> ref. 588; <sup>wd</sup> ref. 589; <sup>we</sup> ref. 590; <sup>wf</sup> ref. 591; <sup>wg</sup> ref. 592; <sup>wh</sup> ref. 593; <sup>wi</sup> ref. 594; <sup>wj</sup> ref. 595; <sup>wk</sup> ref. 596; <sup>wl</sup> ref. 597; <sup>wm</sup> ref. 598; <sup>wn</sup> ref. 599; <sup>wo</sup> ref. 600; <sup>wp</sup> ref. 601; <sup>wq</sup> ref. 602; <sup>wr</sup> ref. 603; <sup>ws</sup> ref. 604; <sup>wt</sup> ref. 605; <sup>wu</sup> ref. 606; <sup>wv</sup> ref. 607; <sup>wx</sup> ref. 608; <sup>wy</sup> ref. 609; <sup>wz</sup> ref. 610; <sup>xa</sup> ref. 611; <sup>xb</sup> ref. 612; <sup>xc</sup> ref. 613; <sup>xd</sup> ref. 614; <sup>xe</sup> ref. 615; <sup>xf</sup> ref. 616; <sup>xg</sup> ref. 617; <sup>xh</sup> ref. 618; <sup>xi</sup> ref. 619; <sup>xj</sup> ref. 620; <sup>xk</sup> ref. 621; <sup>xl</sup> ref. 622; <sup>xm</sup> ref. 623; <sup>xn</sup> ref. 624; <sup>xo</sup> ref. 625; <sup>xp</sup> ref. 626; <sup>xq</sup> ref. 627; <sup>xr</sup> ref. 628; <sup>xs</sup> ref. 629; <sup>xt</sup> ref. 630; <sup>xu</sup> ref. 631; <sup>xv</sup> ref. 632; <sup>xw</sup> ref. 633; <sup>xx</sup> ref. 634; <sup>xy</sup> ref. 635; <sup>xz</sup> ref. 636; <sup>ya</sup> ref. 637; <sup>yb</sup> ref. 638; <sup>yc</sup> ref. 639; <sup>yd</sup> ref. 640; <sup>ye</sup> ref. 641; <sup>yf</sup> ref. 642; <sup>yg</sup> ref. 643; <sup>yh</sup> ref. 644; <sup>yi</sup> ref. 645; <sup>yj</sup> ref. 646; <sup>yk</sup> ref. 647; <sup>yl</sup> ref. 648; <sup>ym</sup> ref. 649; <sup>yn</sup> ref. 650; <sup>yo</sup> ref. 651; <sup>yp</sup> ref. 652; <sup>yq</sup> ref. 653; <sup>yr</sup> ref. 654; <sup>ys</sup> ref. 655; <sup>yt</sup> ref. 656; <sup>yu</sup> ref. 657; <sup>yv</sup> ref. 658; <sup>yw</sup> ref. 659; <sup>yx</sup> ref. 660; <sup>yy</sup> ref. 661; <sup>yz</sup> ref. 662; <sup>za</sup> ref. 663; <sup>zb</sup> ref. 664; <sup>zc</sup> ref. 665; <sup>zd</sup> ref. 666; <sup>ze</sup> ref. 667; <sup>zf</sup> ref. 668; <sup>zg</sup> ref. 669; <sup>zh</sup> ref. 670; <sup>zi</sup> ref. 671; <sup>zj</sup> ref. 672; <sup>zk</sup> ref. 673; <sup>zl</sup> ref. 674; <sup>zm</sup> ref. 675; <sup>zn</sup> ref. 676; <sup>zo</sup> ref. 677; <sup>zp</sup> ref. 678; <sup>zq</sup> ref. 679; <sup>zr</sup> ref. 680; <sup>zs</sup> ref. 681; <sup>zt</sup> ref. 682; <sup>zu</sup> ref. 683; <sup>zv</sup> ref. 684; <sup>zw</sup> ref. 685; <sup>zx</sup> ref. 686; <sup>zy</sup> ref. 687; <sup>zz</sup> ref. 688; <sup>aa</sup> ref. 689; <sup>ab</sup> ref. 690; <sup>ac</sup> ref. 691; <sup>ad</sup> ref. 692; <sup>ae</sup> ref. 693; <sup>af</sup> ref. 694; <sup>ag</sup> ref. 695; <sup>ah</sup> ref. 696; <sup>ai</sup> ref. 697; <sup>aj</sup> ref. 698; <sup>ak</sup> ref. 699; <sup>al</sup> ref. 700; <sup>am</sup> ref. 701; <sup>an</sup> ref. 702; <sup>ao</sup> ref. 703; <sup>ap</sup> ref. 704; <sup>aq</sup> ref. 705; <sup>ar</sup> ref. 706; <sup>as</sup> ref. 707; <sup>at</sup> ref. 708; <sup>au</sup> ref. 709; <sup>av</sup> ref. 710; <sup>aw</sup> ref. 711; <sup>ax</sup> ref. 712; <sup>ay</sup> ref. 713; <sup>az</sup> ref. 714; <sup>ba</sup> ref. 715; <sup>bb</sup> ref. 716; <sup>bc</sup> ref. 717; <sup>bd</sup> ref. 718; <sup>be</sup> ref. 719; <sup>bf</sup> ref. 720; <sup>bg</sup> ref. 721; <sup>bh</sup> ref. 722; <sup>bi</sup> ref. 723; <sup>bj</sup> ref. 724; <sup>bk</sup> ref. 725; <sup>bl</sup> ref. 726; <sup>bm</sup> ref. 727; <sup>bn</sup> ref. 728; <sup>bo</sup> ref. 729; <sup>bp</sup> ref. 730; <sup>bq</sup> ref. 73

En la especie *Leptodontium viticulosoides* los compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS se muestran en la figura 30, entre los cuales tenemos: trans-Caryophyllene (5,32%),  $\beta$ -Selinene (13,52%),  $\alpha$ -Selinene (10,50%),  $\beta$ -Bisabolene (9,12%),  $\delta$ -Cadinene (3,91%), Selina-3,7(11)-diene (5,59%), Nerolidol (2,53%), Cadalene (7,26%).



**Figura 30.** Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS de *Leptodontium viticulosoides*.  
Fuente: La autora

En la especie *Leptodontium viticulosoides* los compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX se muestran en la figura 31, entre los cuales tenemos: trans-Caryophyllene (5,91%),  $\beta$ -Selinene (8,56%),  $\alpha$ -Selinene (8,56%),  $\beta$ -Bisabolene (11,20%),  $\delta$ -Cadinene (4,41%), Selina-3,7(11)-diene (5,80%), Nerolidol (4,17%), Cadalene (6,81%).



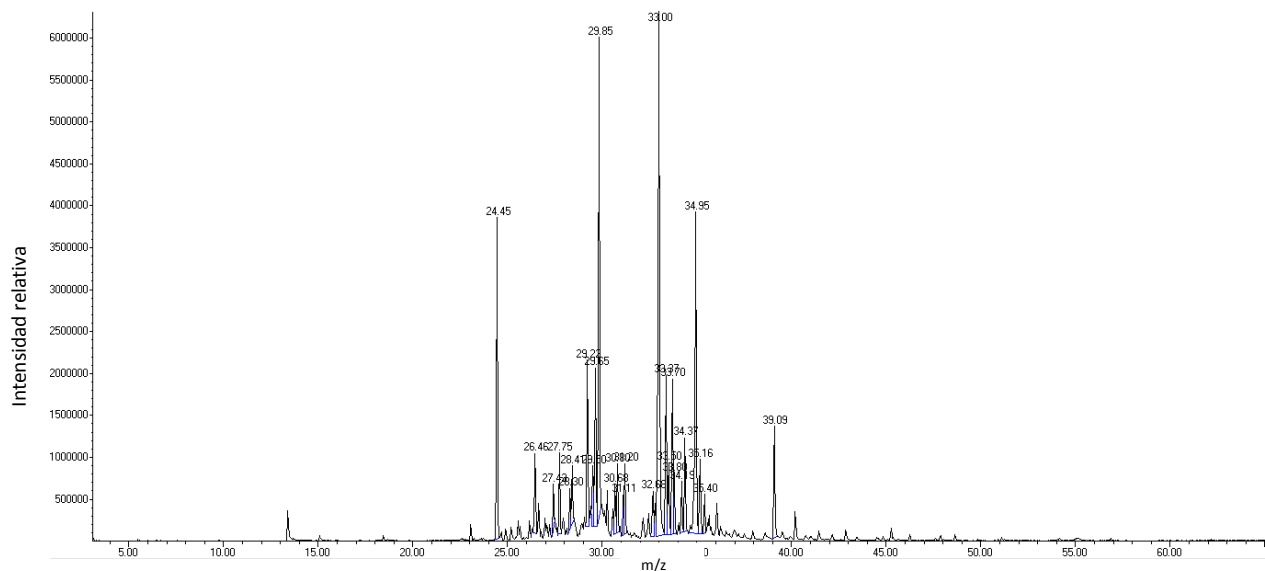
**Figura 31.** Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX de *Leptodontium viticulosoides*.  
Fuente: La autora

En relación a la especie *Leptodontium viticulosoides*, se reporta únicamente la química del género *Leptodontium* que presenta una actividad captadora de radicales, considerando así que son fuente importante de metabolitos con capacidad antioxidante, además de su función fotoprotectora propia de los musgos (Lopez et al. 2007).

Compuestos mayoritarios presentes en *Leptodontium viticulosoides* como son el  $\beta$ -Selinene y  $\alpha$ -Selinene no están presentes únicamente en briófitas (Flatt et al. 2015), sino además en diversas especies y familias, demostrando así que su aceite esencial posee actividad antibacteriana, antifúngica, antioxidante, citotóxicos (Sika et al. 2011).

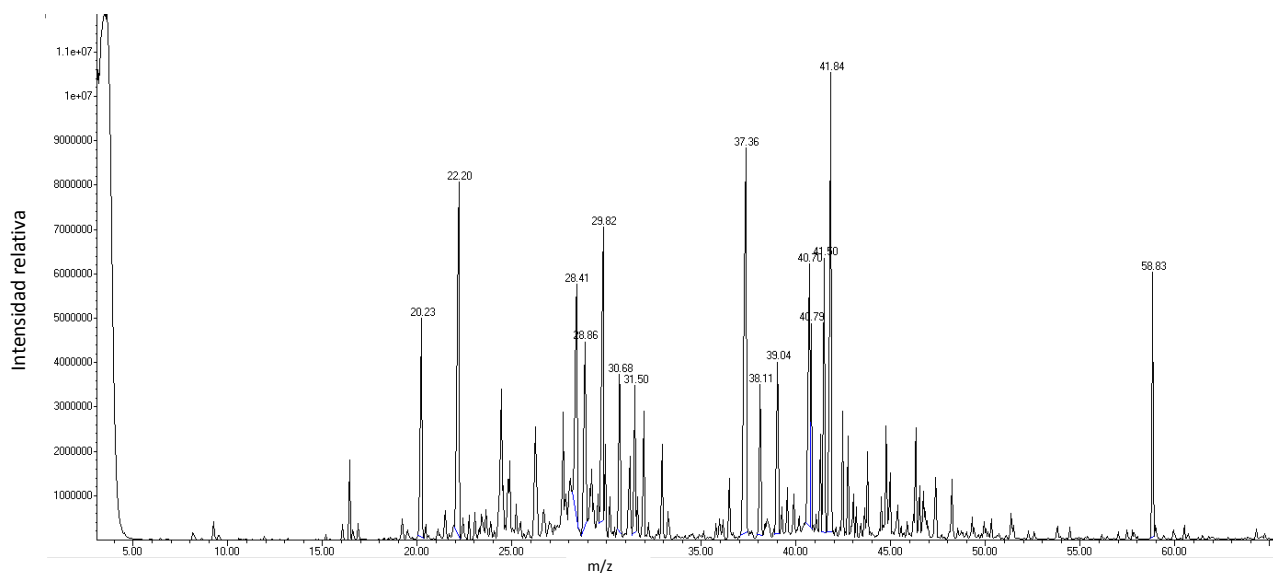
➤ ***Herbertus juniperinus***

En la figura 32 se observa el perfil cromatográfico en la columna no polar DB-5MS.



**Figura 32.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Herbertus juniperinus* en la columna DB-5MS  
**Fuente:** Investigación Experimental

En la figura 33 se aprecia el perfil cromatográfico de la especie en la columna polar HP-INNOWAX mediante la técnica de CG-EM.



**Figura 33.** Perfil cromatográfico del aceite esencial de *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** Investigación Experimental



N°	COMPUESTOS	DB5-MS			HP-INNOWAX		
		IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>	IR <sup>cal</sup>	IR <sup>ref</sup>	% de Cantidad Relativa <sup>a</sup>
1	1-Octen-3-ol, acetate	1107	1106 <sup>da</sup>	0,79	1380	1380 <sup>r</sup>	0,81
2	Bicycloelemene	1320	1336 <sup>cg</sup>	0,33	1474	1478 <sup>v</sup>	3,51
3	α-Cubebene	1335	1331 <sup>bx</sup>	0,15	.....	.....	.....
4	Isolongifolene, 9,10-dehydro	1352	1361 <sup>b</sup>	5,26	.....	.....	.....
5	α-Copaene	1363	1367 <sup>dc</sup>	0,27	1592	1566 <sup>g</sup>	0,75
6	(-)-β-Bourbonene	1370	1371 <sup>l</sup>	0,32	.....	.....	.....
7	β-Elemene	1379	1375 <sup>cñ</sup>	0,78	1580	1585 <sup>cu</sup>	3,38
8	Alloaromadendrene	1399	1416 <sup>dñ</sup>	3,30	1676	1683 <sup>bu</sup>	1,85
9	α-Gurjunene	1412	1408 <sup>bb</sup>	1,15	1523	1520 <sup>r</sup>	6,97
10	Aromandendrene	1423	1436 <sup>ab</sup>	1,61	1627	1628 <sup>ao</sup>	2,39
11	Longifolene	1430	1418 <sup>dp</sup>	2,58	1589	1583 <sup>bi</sup>	0,80
12	trans-β-Farnesene	1446	1453 <sup>b</sup>	3,20	1670	1672 <sup>bk</sup>	2,88
13	Germacrene D	1466	1470 <sup>bx</sup>	4,67	1696	1693 <sup>j</sup>	3,60
14	bicyclogermacrene	1481	1500 <sup>bv</sup>	18,23	1723	1737 <sup>ch</sup>	5,63
15	δ-Cadinene	1505	1512 <sup>b</sup>	3,38	1747	1755 <sup>al</sup>	2,75
16	β-Sesquiphellandrene	1515	1519 <sup>bp</sup>	3,05	1761	1775 <sup>du</sup>	1,47
17	Caryophyllene oxide	1561	1567 <sup>cx</sup>	15,29	1938	1947 <sup>an</sup>	8,41
18	Viridiflorol	1571	1569 <sup>o</sup>	8,93	2077	2086 <sup>u</sup>	7,65
19	Ledene	1596	1596 <sup>cu</sup>	3,69	1684	1698 <sup>ac</sup>	5,73
20	Spathulenol	1611	1605 <sup>bd</sup>	11,90	2114	2121 <sup>cv</sup>	0,45
21	τ-Muurolol	1642	1640 <sup>bb</sup>	2,14	2223	2204 <sup>au</sup>	1,18
22	Selin-11-en-4-α-ol	1667	1660 <sup>ap</sup>	0,82	2288	2273 <sup>ñ</sup>	0,81
23	Epiglobulol	1681	1639 <sup>bu</sup>	0,33	2004	2024 <sup>bu</sup>	0,53
24	3-Oxo-7,8-dihydro-β-ionol	1711	1695 <sup>h</sup>	0,48	.....	.....	.....
25	No identificado	1724	.....	2,19	.....	.....	.....
26	Hexahydrofarnesyl acetone	1833	1836 <sup>dl</sup>	0,28	2119	2131 <sup>bu</sup>	0,29
27	5,15-Rosadiene	1904	1894 <sup>ae</sup>	0,39	.....	.....	.....
28	Sandaracopimaradiene	1935	1922 <sup>bz</sup>	0,17	.....	.....	.....

Tabla 11. Composición química de *Herbertus juniperinus*

29	Sclarene	1985	1964 <sup>dg</sup>	0,16	.....	.....	.....
30	Kaur-16-ene	2010	1997 <sup>b</sup>	0,15	.....	.....	.....
31	β-Selinene	.....	.....	.....	1704	1708 <sup>az</sup>	0,30
32	β-Guaiene	.....	.....	.....	1706	1691 <sup>at</sup>	0,46
33	γ-Muurolene	.....	.....	.....	1715	1701 <sup>at</sup>	0,47
34	α-Selinene	.....	.....	.....	1726	1722 <sup>x</sup>	0,96
35	Valencene	.....	.....	.....	1732	1740 <sup>n</sup>	0,48
36	cis-α-Bisabolene	.....	.....	.....	1769	1785 <sup>t</sup>	2,19
37	α-Muurolene	.....	.....	.....	1782	1769 <sup>dh</sup>	1,50
38	Cuparene	.....	.....	.....	1809	1810 <sup>ar</sup>	1,08
39	Palustrol	.....	.....	.....	1912	1931 <sup>an</sup>	0,71
40	Nerolidol	.....	.....	.....	1961	1961 <sup>ao</sup>	2,35
41	No identificado	.....	.....	.....	1989	.....	2,99
42	Ledol	.....	.....	.....	2015	2007 <sup>az</sup>	0,47
43	Cedranone	.....	.....	.....	2041	2030 <sup>di</sup>	4,88
44	No identificado	.....	.....	.....	2044	.....	2,39
45	Himbaccol	.....	.....	.....	2059	2065 <sup>az</sup>	1,00
46	Globulol	.....	.....	.....	2066	2063 <sup>p</sup>	4,09
47	No identificado	.....	.....	.....	2096	.....	1,36
48	Elemol	.....	.....	.....	2105	2087 <sup>z</sup>	1,05
49	τ-Cadinol	.....	.....	.....	2163	2166 <sup>cv</sup>	0,47
50	No identificado	.....	.....	.....	2171	.....	1,30
51	Torreyol	.....	.....	.....	2178	2180 <sup>cv</sup>	0,64
52	α-muurolol	.....	.....	.....	2191	2209 <sup>br</sup>	0,51
53	Xanthorrhizol	.....	.....	.....	2689	2717 <sup>f</sup>	2,85
			<b>*TOTAL IDENTIFICADO</b>	<b>94</b>		<b>**TOTAL IDENTIFICADO</b>	<b>88,31</b>

a= % del área de los picos reportados en la columna DB5-MS y HP-INNOWAX respectivamente.

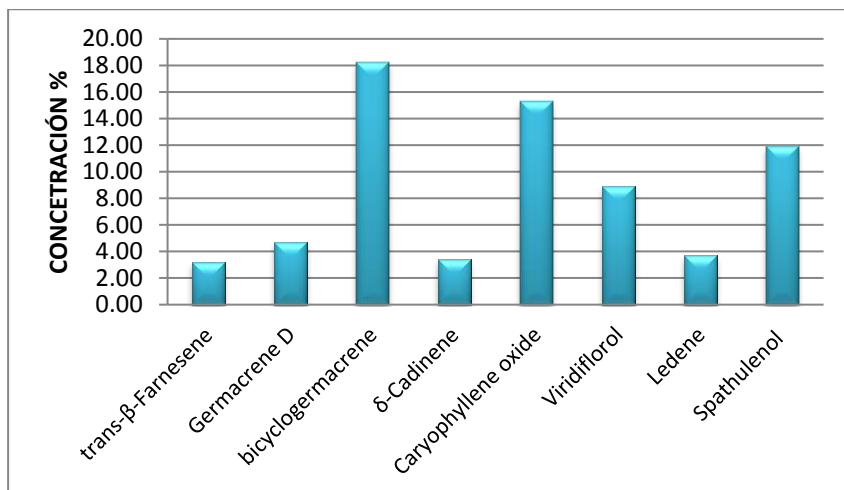
<sup>a</sup>= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en DB5-MS.

<sup>\*\*</sup>= Sumatoria del porcentaje relativo de los compuesto identificados en HP-INNOWAX.

IR<sup>cal</sup>= Índice de retención de Kovats calculado.

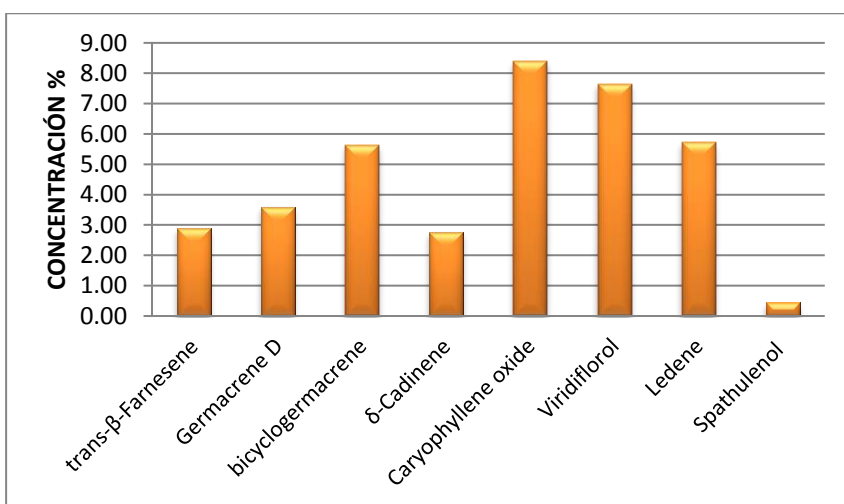
IR<sup>ref</sup>= Índice de retención de Kovats reportado en la literatura. <sup>a</sup>ref. 1; <sup>b</sup> ref. 2; <sup>c</sup> ref. 3; <sup>d</sup> ref. 4; <sup>e</sup> ref. 5; <sup>f</sup> ref. 6; <sup>g</sup> ref. 7; <sup>h</sup> ref. 8; <sup>i</sup> ref. 9; <sup>j</sup> ref. 10; <sup>k</sup> ref. 11; <sup>l</sup> ref. 12; <sup>m</sup> ref. 13; <sup>n</sup> ref. 14; <sup>o</sup> ref. 15; <sup>p</sup> ref. 16; <sup>q</sup> ref. 17; <sup>r</sup> ref. 18; <sup>s</sup> ref. 19; <sup>t</sup> ref. 20; <sup>u</sup> ref. 21; <sup>v</sup> ref. 22; <sup>w</sup> ref. 23; <sup>x</sup> ref. 24; <sup>y</sup> ref. 25; <sup>z</sup> ref. 26; <sup>ab</sup> ref. 27; <sup>ac</sup> ref. 28; <sup>ad</sup> ref. 29; <sup>ae</sup> ref. 30; <sup>af</sup> ref. 31; <sup>ag</sup> ref. 32; <sup>ah</sup> ref. 33; <sup>ai</sup> ref. 34; <sup>aj</sup> ref. 35; <sup>ak</sup> ref. 36; <sup>al</sup> ref. 37; <sup>am</sup> ref. 38; <sup>an</sup> ref. 39; <sup>ao</sup> ref. 40; <sup>ap</sup> ref. 41; <sup>aq</sup> ref. 42; <sup>ar</sup> ref. 43; <sup>as</sup> ref. 44; <sup>at</sup> ref. 45; <sup>au</sup> ref. 46; <sup>av</sup> ref. 47; <sup>aw</sup> ref. 48; <sup>ax</sup> ref. 49; <sup>ay</sup> ref. 50; <sup>az</sup> ref. 51; <sup>ba</sup> ref. 52; <sup>bb</sup> ref. 53; <sup>bc</sup> ref. 54; <sup>bd</sup> ref. 55; <sup>be</sup> ref. 56; <sup>bf</sup> ref. 57; <sup>bg</sup> ref. 58; <sup>bh</sup> ref. 59; <sup>bi</sup> ref. 60; <sup>bj</sup> ref. 61; <sup>bk</sup> ref. 62; <sup>bl</sup> ref. 63; <sup>bm</sup> ref. 64; <sup>bn</sup> ref. 65; <sup>bo</sup> ref. 66; <sup>bp</sup> ref. 67; <sup>bq</sup> ref. 68; <sup>br</sup> ref. 69; <sup>bs</sup> ref. 70; <sup>bt</sup> ref. 71; <sup>bu</sup> ref. 72; <sup>bv</sup> ref. 73; <sup>bw</sup> ref. 74; <sup>bx</sup> ref. 75; <sup>by</sup> ref. 76; <sup>bz</sup> ref. 77; <sup>ca</sup> ref. 78; <sup>cb</sup> ref. 79; <sup>cc</sup> ref. 80; <sup>cd</sup> ref. 81; <sup>ce</sup> ref. 82; <sup>cf</sup> ref. 83; <sup>cg</sup> ref. 84; <sup>ch</sup> ref. 85; <sup>ci</sup> ref. 86; <sup>cj</sup> ref. 87; <sup>ck</sup> ref. 88; <sup>cl</sup> ref. 89; <sup>cm</sup> ref. 90; <sup>cn</sup> ref. 91; <sup>co</sup> ref. 92; <sup>cp</sup> ref. 93; <sup>cq</sup> ref. 94; <sup>cr</sup> ref. 95; <sup>cs</sup> ref. 96; <sup>ct</sup> ref. 97; <sup>cu</sup> ref. 98; <sup>cv</sup> ref. 99; <sup>cw</sup> ref. 100; <sup>cx</sup> ref. 101; <sup>cy</sup> ref. 102; <sup>cz</sup> ref. 103; <sup>da</sup> ref. 104; <sup>db</sup> ref. 105; <sup>dc</sup> ref. 106; <sup>dd</sup> ref. 107; <sup>de</sup> ref. 108; <sup>df</sup> ref. 109; <sup>dg</sup> ref. 110; <sup>dh</sup> ref. 111; <sup>di</sup> ref. 112; <sup>dj</sup> ref. 113; <sup>dk</sup> ref. 114; <sup>dl</sup> ref. 115; <sup>dm</sup> ref. 116; <sup>dn</sup> ref. 117; <sup>do</sup> ref. 118; <sup>dp</sup> ref. 119; <sup>dq</sup> ref. 120; <sup>dr</sup> ref. 121; <sup>ds</sup> ref. 122; <sup>dt</sup> ref. 123; <sup>du</sup> ref. 124; <sup>dv</sup> ref. 125; <sup>dw</sup> ref. 126; <sup>dx</sup> ref. 127; <sup>dy</sup> ref. 128; <sup>dz</sup> ref. 129; <sup>ea</sup> ref. 130; <sup>eb</sup> ref. 131; <sup>ec</sup> ref. 132; <sup>ed</sup> ref. 133; <sup>ee</sup> ref. 134; <sup>ef</sup> ref. 135; <sup>eg</sup> ref. 136; <sup>eh</sup> ref. 137; <sup>ei</sup> ref. 138; <sup>ej</sup> ref. 139; <sup>ek</sup> ref. 140; <sup>el</sup> ref. 141; <sup>em</sup> ref. 142; <sup>en</sup> ref. 143; <sup>eo</sup> ref. 144; <sup>ep</sup> ref. 145; <sup>eq</sup> ref. 146; <sup>er</sup> ref. 147; <sup>es</sup> ref. 148; <sup>et</sup> ref. 149; <sup>eu</sup> ref. 150; <sup>ev</sup> ref. 151; <sup>ew</sup> ref. 152; <sup>ex</sup> ref. 153; <sup>ey</sup> ref. 154; <sup>ez</sup> ref. 155; <sup>fa</sup> ref. 156; <sup>fb</sup> ref. 157; <sup>fc</sup> ref. 158; <sup>fd</sup> ref. 159; <sup>fe</sup> ref. 160; <sup>ff</sup> ref. 161; <sup>fg</sup> ref. 162; <sup>fh</sup> ref. 163; <sup>fi</sup> ref. 164; <sup>fi</sup> ref. 165; <sup>fi</sup> ref. 166; <sup>fi</sup> ref. 167; <sup>fi</sup> ref. 168; <sup>fi</sup> ref. 169; <sup>fi</sup> ref. 170; <sup>fi</sup> ref. 171; <sup>fi</sup> ref. 172; <sup>fi</sup> ref. 173; <sup>fi</sup> ref. 174; <sup>fi</sup> ref. 175; <sup>fi</sup> ref. 176; <sup>fi</sup> ref. 177; <sup>fi</sup> ref. 178; <sup>fi</sup> ref. 179; <sup>fi</sup> ref. 180; <sup>fi</sup> ref. 181; <sup>fi</sup> ref. 182; <sup>fi</sup> ref. 183; <sup>fi</sup> ref. 184; <sup>fi</sup> ref. 185; <sup>fi</sup> ref. 186; <sup>fi</sup> ref. 187; <sup>fi</sup> ref. 188; <sup>fi</sup> ref. 189; <sup>fi</sup> ref. 190; <sup>fi</sup> ref. 191; <sup>fi</sup> ref. 192; <sup>fi</sup> ref. 193; <sup>fi</sup> ref. 194; <sup>fi</sup> ref. 195; <sup>fi</sup> ref. 196; <sup>fi</sup> ref. 197; <sup>fi</sup> ref. 198; <sup>fi</sup> ref. 199; <sup>fi</sup> ref. 200; <sup>fi</sup> ref. 201; <sup>fi</sup> ref. 202; <sup>fi</sup> ref. 203; <sup>fi</sup> ref. 204; <sup>fi</sup> ref. 205; <sup>fi</sup> ref. 206; <sup>fi</sup> ref. 207; <sup>fi</sup> ref. 208; <sup>fi</sup> ref. 209; <sup>fi</sup> ref. 210; <sup>fi</sup> ref. 211; <sup>fi</sup> ref. 212; <sup>fi</sup> ref. 213; <sup>fi</sup> ref. 214; <sup>fi</sup> ref. 215; <sup>fi</sup> ref. 216; <sup>fi</sup> ref. 217; <sup>fi</sup> ref. 218; <sup>fi</sup> ref. 219; <sup>fi</sup> ref. 220; <sup>fi</sup> ref. 221; <sup>fi</sup> ref. 222; <sup>fi</sup> ref. 223; <sup>fi</sup> ref. 224; <sup>fi</sup> ref. 225; <sup>fi</sup> ref. 226; <sup>fi</sup> ref. 227; <sup>fi</sup> ref. 228; <sup>fi</sup> ref. 229; <sup>fi</sup> ref. 230; <sup>fi</sup> ref. 231; <sup>fi</sup> ref. 232; <sup>fi</sup> ref. 233; <sup>fi</sup> ref. 234; <sup>fi</sup> ref. 235; <sup>fi</sup> ref. 236; <sup>fi</sup> ref. 237; <sup>fi</sup> ref. 238; <sup>fi</sup> ref. 239; <sup>fi</sup> ref. 240; <sup>fi</sup> ref. 241; <sup>fi</sup> ref. 242; <sup>fi</sup> ref. 243; <sup>fi</sup> ref. 244; <sup>fi</sup> ref. 245; <sup>fi</sup> ref. 246; <sup>fi</sup> ref. 247; <sup>fi</sup> ref. 248; <sup>fi</sup> ref. 249; <sup>fi</sup> ref. 250; <sup>fi</sup> ref. 251; <sup>fi</sup> ref. 252; <sup>fi</sup> ref. 253; <sup>fi</sup> ref. 254; <sup>fi</sup> ref. 255; <sup>fi</sup> ref. 256; <sup>fi</sup> ref. 257; <sup>fi</sup> ref. 258; <sup>fi</sup> ref. 259; <sup>fi</sup> ref. 260; <sup>fi</sup> ref. 261; <sup>fi</sup> ref. 262; <sup>fi</sup> ref. 263; <sup>fi</sup> ref. 264; <sup>fi</sup> ref. 265; <sup>fi</sup> ref. 266; <sup>fi</sup> ref. 267; <sup>fi</sup> ref. 268; <sup>fi</sup> ref. 269; <sup>fi</sup> ref. 270; <sup>fi</sup> ref. 271; <sup>fi</sup> ref. 272; <sup>fi</sup> ref. 273; <sup>fi</sup> ref. 274; <sup>fi</sup> ref. 275; <sup>fi</sup> ref. 276; <sup>fi</sup> ref. 277; <sup>fi</sup> ref. 278; <sup>fi</sup> ref. 279; <sup>fi</sup> ref. 280; <sup>fi</sup> ref. 281; <sup>fi</sup> ref. 282; <sup>fi</sup> ref. 283; <sup>fi</sup> ref. 284; <sup>fi</sup> ref. 285; <sup>fi</sup> ref. 286; <sup>fi</sup> ref. 287; <sup>fi</sup> ref. 288; <sup>fi</sup> ref. 289; <sup>fi</sup> ref. 290; <sup>fi</sup> ref. 291; <sup>fi</sup> ref. 292; <sup>fi</sup> ref. 293; <sup>fi</sup> ref. 294; <sup>fi</sup> ref. 295; <sup>fi</sup> ref. 296; <sup>fi</sup> ref. 297; <sup>fi</sup> ref. 298; <sup>fi</sup> ref. 299; <sup>fi</sup> ref. 300; <sup>fi</sup> ref. 301; <sup>fi</sup> ref. 302; <sup>fi</sup> ref. 303; <sup>fi</sup> ref. 304; <sup>fi</sup> ref. 305; <sup>fi</sup> ref. 306; <sup>fi</sup> ref. 307; <sup>fi</sup> ref. 308; <sup>fi</sup> ref. 309; <sup>fi</sup> ref. 310; <sup>fi</sup> ref. 311; <sup>fi</sup> ref. 312; <sup>fi</sup> ref. 313; <sup>fi</sup> ref. 314; <sup>fi</sup> ref. 315; <sup>fi</sup> ref. 316; <sup>fi</sup> ref. 317; <sup>fi</sup> ref. 318; <sup>fi</sup> ref. 319; <sup>fi</sup> ref. 320; <sup>fi</sup> ref. 321; <sup>fi</sup> ref. 322; <sup>fi</sup> ref. 323; <sup>fi</sup> ref. 324; <sup>fi</sup> ref. 325; <sup>fi</sup> ref. 326; <sup>fi</sup> ref. 327; <sup>fi</sup> ref. 328; <sup>fi</sup> ref. 329; <sup>fi</sup> ref. 330; <sup>fi</sup> ref. 331; <sup>fi</sup> ref. 332; <sup>fi</sup> ref. 333; <sup>fi</sup> ref. 334; <sup>fi</sup> ref. 335; <sup>fi</sup> ref. 336; <sup>fi</sup> ref. 337; <sup>fi</sup> ref. 338; <sup>fi</sup> ref. 339; <sup>fi</sup> ref. 340; <sup>fi</sup> ref. 341; <sup>fi</sup> ref. 342; <sup>fi</sup> ref. 343; <sup>fi</sup> ref. 344; <sup>fi</sup> ref. 345; <sup>fi</sup> ref. 346; <sup>fi</sup> ref. 347; <sup>fi</sup> ref. 348; <sup>fi</sup> ref. 349; <sup>fi</sup> ref. 350; <sup>fi</sup> ref. 351; <sup>fi</sup> ref. 352; <sup>fi</sup> ref. 353; <sup>fi</sup> ref. 354; <sup>fi</sup> ref. 355; <sup>fi</sup> ref. 356; <sup>fi</sup> ref. 357; <sup>fi</sup> ref. 358; <sup>fi</sup> ref. 359; <sup>fi</sup> ref. 360; <sup>fi</sup> ref. 361; <sup>fi</sup> ref. 362; <sup>fi</sup> ref. 363; <sup>fi</sup> ref. 364; <sup>fi</sup> ref. 365; <sup>fi</sup> ref. 366; <sup>fi</sup> ref. 367; <sup>fi</sup> ref. 368; <sup>fi</sup> ref. 369; <sup>fi</sup> ref. 370; <sup>fi</sup> ref. 371; <sup>fi</sup> ref. 372; <sup>fi</sup> ref. 373; <sup>fi</sup> ref. 374; <sup>fi</sup> ref. 375; <sup>fi</sup> ref. 376; <sup>fi</sup> ref. 377; <sup>fi</sup> ref. 378; <sup>fi</sup> ref. 379; <sup>fi</sup> ref. 380; <sup>fi</sup> ref. 381; <sup>fi</sup> ref. 382; <sup>fi</sup> ref. 383; <sup>fi</sup> ref. 384; <sup>fi</sup> ref. 385; <sup>fi</sup> ref. 386; <sup>fi</sup> ref. 387; <sup>fi</sup> ref. 388; <sup>fi</sup> ref. 389; <sup>fi</sup> ref. 390; <sup>fi</sup> ref. 391; <sup>fi</sup> ref. 392; <sup>fi</sup> ref. 393; <sup>fi</sup> ref. 394; <sup>fi</sup> ref. 395; <sup>fi</sup> ref. 396; <sup>fi</sup> ref. 397; <sup>fi</sup> ref. 398; <sup>fi</sup> ref. 399; <sup>fi</sup> ref. 400; <sup>fi</sup> ref. 401; <sup>fi</sup> ref. 402; <sup>fi</sup> ref. 403; <sup>fi</sup> ref. 404; <sup>fi</sup> ref. 405; <sup>fi</sup> ref. 406; <sup>fi</sup> ref. 407; <sup>fi</sup> ref. 408; <sup>fi</sup> ref. 409; <sup>fi</sup> ref. 410; <sup>fi</sup> ref. 411; <sup>fi</sup> ref. 412; <sup>fi</sup> ref. 413; <sup>fi</sup> ref. 414; <sup>fi</sup> ref. 415; <sup>fi</sup> ref. 416; <sup>fi</sup> ref. 417; <sup>fi</sup> ref. 418; <sup>fi</sup> ref. 419; <sup>fi</sup> ref. 420; <sup>fi</sup> ref. 421; <sup>fi</sup> ref. 422; <sup>fi</sup> ref. 423; <sup>fi</sup> ref. 424; <sup>fi</sup> ref. 425; <sup>fi</sup> ref. 426; <sup>fi</sup> ref. 427; <sup>fi</sup> ref. 428; <sup>fi</sup> ref. 429; <sup>fi</sup> ref. 430; <sup>fi</sup> ref. 431; <sup>fi</sup> ref. 432; <sup>fi</sup> ref. 433; <sup>fi</sup> ref. 434; <sup>fi</sup> ref. 435; <sup>fi</sup> ref. 436; <sup>fi</sup> ref. 437; <sup>fi</sup> ref. 438; <sup>fi</sup> ref. 439; <sup>fi</sup> ref. 440; <sup>fi</sup> ref. 441; <sup>fi</sup> ref. 442; <sup>fi</sup> ref. 443; <sup>fi</sup> ref. 444; <sup>fi</sup> ref. 445; <sup>fi</sup> ref. 446; <sup>fi</sup> ref. 447; <sup>fi</sup> ref. 448; <sup>fi</sup> ref. 449; <sup>fi</sup> ref. 450; <sup>fi</sup> ref. 451; <sup>fi</sup> ref. 452; <sup>fi</sup> ref. 453; <sup>fi</sup> ref. 454; <sup>fi</sup> ref. 455; <sup>fi</sup> ref. 456; <sup>fi</sup> ref. 457; <sup>fi</sup> ref. 458; <sup>fi</sup> ref. 459; <sup>fi</sup> ref. 460; <sup>fi</sup> ref. 461; <sup>fi</sup> ref. 462; <sup>fi</sup> ref. 463; <sup>fi</sup> ref. 464; <sup>fi</sup> ref. 465; <sup>fi</sup> ref. 466; <sup>fi</sup> ref. 467; <sup>fi</sup> ref. 468; <sup>fi</sup> ref. 469; <sup>fi</sup> ref. 470; <sup>fi</sup> ref. 471; <sup>fi</sup> ref. 472; <sup>fi</sup> ref. 473; <sup>fi</sup> ref. 474; <sup>fi</sup> ref. 475; <sup>fi</sup> ref. 476; <sup>fi</sup> ref. 477; <sup>fi</sup> ref. 478; <sup>fi</sup> ref. 479; <sup>fi</sup> ref. 480; <sup>fi</sup> ref. 481; <sup>fi</sup> ref. 482; <sup>fi</sup> ref. 483; <sup>fi</sup> ref. 484; <sup>fi</sup> ref. 485; <sup>fi</sup> ref. 486; <sup>fi</sup> ref. 487; <sup>fi</sup> ref. 488; <sup>fi</sup> ref. 489; <sup>fi</sup> ref. 490; <sup>fi</sup> ref. 491; <sup>fi</sup> ref. 492; <sup>fi</sup> ref. 493; <sup>fi</sup> ref. 494; <sup>fi</sup> ref. 495; <sup>fi</sup> ref. 496; <sup>fi</sup> ref. 497; <sup>fi</sup> ref. 498; <sup>fi</sup> ref. 499; <sup>fi</sup> ref. 500; <sup>fi</sup> ref. 501; <sup>fi</sup> ref. 502; <sup>fi</sup> ref. 503; <sup>fi</sup> ref. 504; <sup>fi</sup> ref. 505; <sup>fi</sup> ref. 506; <sup>fi</sup> ref. 507; <sup>fi</sup> ref. 508; <sup>fi</sup> ref. 509; <sup>fi</sup> ref. 510; <sup>fi</sup> ref. 511; <sup>fi</sup> ref. 512; <sup>fi</sup> ref. 513; <sup>fi</sup> ref. 514; <sup>fi</sup> ref. 515; <sup>fi</sup> ref. 516; <sup>fi</sup> ref. 517; <sup>fi</sup> ref. 518; <sup>fi</sup> ref. 519; <sup>fi</sup> ref. 520; <sup>fi</sup> ref. 521; <sup>fi</sup> ref. 522; <sup>fi</sup> ref. 523; <sup>fi</sup> ref. 524; <sup>fi</sup> ref. 525; <sup>fi</sup> ref. 526; <sup>fi</sup> ref. 527; <sup>fi</sup> ref. 528; <sup>fi</sup> ref. 529; <sup>fi</sup> ref. 530; <sup>fi</sup> ref. 531; <sup>fi</sup> ref. 532; <sup>fi</sup> ref. 533; <sup>fi</sup> ref. 534; <sup>fi</sup> ref. 535; <sup>fi</sup> ref. 536; <sup>fi</sup> ref. 537; <sup>fi</sup> ref. 538; <sup>fi</sup> ref. 539; <sup>fi</sup> ref. 540; <sup>fi</sup> ref. 541; <sup>fi</sup> ref. 542; <sup>fi</sup> ref. 543; <sup>fi</sup> ref. 544; <sup>fi</sup> ref. 545; <sup>fi</sup> ref. 546; <sup>fi</sup> ref. 547; <sup>fi</sup> ref. 548; <sup>fi</sup> ref. 549; <sup>fi</sup> ref. 550; <sup>fi</sup> ref. 551; <sup>fi</sup> ref. 552; <sup>fi</sup> ref. 553; <sup>fi</sup> ref. 554; <sup>fi</sup> ref. 555; <sup>fi</sup> ref. 556; <sup>fi</sup> ref. 557; <sup>fi</sup> ref. 558; <sup>fi</sup> ref. 559; <sup>fi</sup> ref. 560; <sup>fi</sup> ref. 561; <sup>fi</sup> ref. 562; <sup>fi</sup> ref. 563; <sup>fi</sup> ref. 564; <sup>fi</sup> ref. 565; <sup>fi</sup> ref. 566; <sup>fi</sup> ref. 567; <sup>fi</sup> ref. 568; <sup>fi</sup> ref. 569; <sup>fi</sup> ref. 570; <sup>fi</sup> ref. 571; <sup>fi</sup> ref. 572; <sup>fi</sup> ref. 573; <sup>fi</sup> ref. 574; <sup>fi</sup> ref. 575; <sup>fi</sup> ref. 576; <sup>fi</sup> ref. 577; <sup>fi</sup> ref. 578; <sup>fi</sup> ref. 579; <sup>fi</sup> ref. 580; <sup>fi</sup> ref. 581; <sup>fi</sup> ref. 582; <sup>fi</sup> ref. 583; <sup>fi</sup> ref. 584; <sup>fi</sup> ref. 585; <sup>fi</sup> ref. 586; <sup>fi</sup> ref. 587; <sup>fi</sup> ref. 588; <sup>fi</sup> ref. 589; <sup>fi</sup> ref. 590; <sup>fi</sup> ref. 591; <sup>fi</sup> ref. 592; <sup>fi</sup> ref. 593; <sup>fi</sup> ref. 594; <sup>fi</sup> ref. 595; <sup>fi</sup> ref. 596; <sup>fi</sup> ref. 597; <sup>fi</sup> ref. 598; <sup>fi</sup> ref. 599; <sup>fi</sup> ref. 600; <sup>fi</sup> ref. 601; <sup>fi</sup> ref. 602; <sup>fi</sup> ref. 603; <sup>fi</sup> ref. 604; <sup>fi</sup> ref. 605; <sup>fi</sup> ref. 606; <sup>fi</sup> ref. 607; <sup>fi</sup> ref. 608; <sup>fi</sup> ref. 609; <sup>fi</sup> ref. 610; <sup>fi</sup> ref. 611; <sup>fi</sup> ref. 612; <sup>fi</sup> ref. 613; <sup>fi</sup> ref. 614; <sup>fi</sup> ref. 615; <sup>fi</sup> ref. 616; <sup>fi</sup> ref. 617; <sup>fi</sup> ref. 618; <sup>fi</sup> ref. 619; <sup>fi</sup> ref. 620; <sup>fi</sup> ref. 621; <sup>fi</sup> ref. 622; <sup>fi</sup> ref. 623; <sup>fi</sup> ref. 624; <sup>fi</sup> ref. 625; <sup>fi</sup> ref. 626; <sup>fi</sup> ref. 627; <sup>fi</sup> ref. 628; <sup>fi</sup> ref. 629; <sup>fi</sup> ref. 630; <sup>fi</sup> ref. 631; <sup>fi</sup> ref. 632; <sup>fi</sup> ref. 633; <sup>fi</sup> ref. 634; <sup>fi</sup> ref. 635; <sup>fi</sup> ref. 636; <sup>fi</sup> ref. 637; <sup>fi</sup> ref. 638; <sup>fi</sup> ref. 639; <sup>fi</sup> ref. 640; <sup>fi</sup> ref. 641; <sup>fi</sup> ref. 642; <sup>fi</sup> ref. 643; <sup>fi</sup> ref. 644; <sup>fi</sup> ref. 645; <sup>fi</sup> ref. 646; <sup>fi</sup> ref. 647; <sup>fi</sup> ref. 648; <sup>fi</sup> ref. 649; <sup>fi</sup> ref. 650; <sup>fi</sup> ref. 651; <sup>fi</sup> ref. 652; <sup>fi</sup> ref. 653; <sup>fi</sup> ref. 654; <sup>fi</sup> ref. 655; <sup>fi</sup> ref. 656; <sup>fi</sup> ref. 657; <sup>fi</sup> ref. 658; <sup>fi</sup> ref. 659; <sup>fi</sup> ref. 660; <sup>fi</sup> ref. 661; <sup>fi</sup> ref. 662; <sup>fi</sup> ref. 663; <sup>fi</sup> ref. 664; <sup>fi</sup> ref. 665; <sup>fi</sup> ref. 666; <sup>fi</sup> ref. 667; <sup>fi</sup> ref. 668; <sup>fi</sup> ref. 669; <sup>fi</sup> ref. 670; <sup>fi</sup> ref. 671; <sup>fi</sup> ref. 672; <sup>fi</sup> ref. 673; <sup>fi</sup> ref. 674; <sup>fi</sup> ref. 675; <sup>fi</sup> ref. 676; <sup>fi</sup> ref. 677; <sup>fi</sup> ref. 678; <sup>fi</sup> ref. 679; <sup>fi</sup> ref. 680; <sup>fi</sup> ref. 681; <sup>fi</sup> ref. 682; <sup>fi</sup> ref. 683; <sup>fi</sup> ref. 684; <sup>fi</sup> ref. 685; <sup>fi</sup> ref. 686; <sup>fi</sup> ref. 687; <sup>fi</sup> ref. 688; <sup>fi</sup> ref. 689; <sup>fi</sup> ref. 690; <sup>fi</sup> ref. 691; <sup>fi</sup> ref. 692; <sup>fi</sup> ref. 693; <sup>fi</sup> ref. 694; <sup>fi</sup> ref. 695; <sup>fi</sup> ref. 696; <sup>fi</sup> ref. 697; <sup>fi</sup> ref. 698; <sup>fi</sup> ref. 699; <sup>fi</sup> ref. 700; <sup>fi</sup> ref. 701; <sup>fi</sup> ref. 702; <sup>fi</sup> ref. 703; <sup>fi</sup> ref. 704; <sup>fi</sup> ref. 705; <sup>fi</sup> ref. 706; <sup>fi</sup> ref. 707; <sup>fi</sup> ref. 708; <sup>fi</sup> ref. 709; <sup>fi</sup> ref. 710; <sup>fi</sup> ref. 711; <sup>fi</sup> ref. 712; <sup>fi</sup> ref. 713; <sup>fi</sup> ref. 714; <sup>fi</sup> ref. 715; <sup>fi</sup> ref. 716; <sup>fi</sup> ref. 717; <sup>fi</sup> ref. 718; <sup>fi</sup> ref. 7

Los compuestos mayoritarios en la especie *Herbertus juniperinus* en la columna DB5-MS se muestran en la figura 34, entre los cuales tenemos: trans- $\beta$ -Farnesene (3,20%), Germacrene D (4,67%), bicyclogermacrene (18,23%),  $\delta$ -Cadinene (3,38%), Caryophyllene oxide (15,29%), Viridiflorol (8,93%), Ledene (3,69%), Spathulenol (11,90%).



**Figura 34.** Compuestos mayoritarios en la columna DB5-MS *Herbertus juniperinus*  
Fuente: La autora

Los compuestos mayoritarios en la especie *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX se muestran en la figura 35, entre los cuales tenemos: trans- $\beta$ -Farnesene (2,88%), Germacrene D (3,60%), bicyclogermacrene (5,63%),  $\delta$ -Cadinene (2,75%), Caryophyllene oxide (8,41%), Viridiflorol (7,65%), Ledene (5,73%), Spathulenol (0,45%).



**Figura 35.** Compuestos mayoritarios en la columna HP-INNOWAX *Herbertus juniperinus*  
Fuente: La autora

Según Nagashima et al (1991) estudios realizados en especies de *Herbertus*, afirma que son fuentes ricas del sesquiterpeno del tipo iso-cuparene, el mismo que lo encontramos en el presente estudio, es preciso tomar en cuenta que las condiciones de ambas investigaciones fueron diferentes, ya que reportan el uso de extracto crudo en cromatografía de capa fina, a diferencia de este estudio que fue realizado con aceite esencial utilizando cromatografía de gases. Sin embargo el compuesto mencionado está presente en menor cantidad únicamente en la columna de HP-INNOWAX.

Algunos de los compuestos mayoritarios determinados en *Herbertus juniperinus*, también están presentes en la especie *Elyonurus muticus* como lo son: Bicyclogermacrene (10.5%), Caryophyllene oxide (7.4%), Spathulenol (4.0%), considerando que Caryophyllene oxide y Spathulenol presenta una notable actividad antibacteriana contra *S. aureus* (Hess et al. 2007),

En los aceites esenciales de los briófitas estudiados encontramos gran presencia de metabolitos terpénicos, estos no solo son esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta, si no también juegan un papel importante en la interacción entre plantas y su entorno.

Los terpenos volátiles y no volátiles están implicados en la atracción de polinizadores y depredadores de herbívoros, en la protección contra el estrés foto-oxidativo, en la mediación de termo tolerancia y en defensa directa contra microbios e insectos (Paolini et al. 2010).

Las briofitas son fuente rica de terpenoides y compuestos fenolicos (Rodriguez 2011), y la procedencia del musgo afecta la composición química del mismo (Condori et al. 2012).

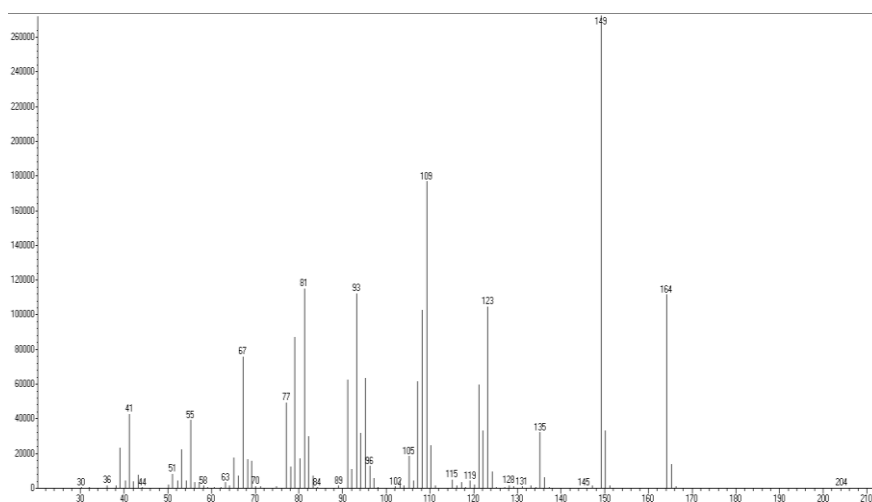
### 3.3.1.1 Datos espectrales de los compuestos no identificados.

A continuación se presentan los espectros de masas de los picos que no se logro identificar. Además se analizaron los valores de abundancia de los diferentes iones (eje y) en función de la relación masa/carga (m/z) (eje x).

En las figuras de la 36 a la 60 se observan los espectros de masas, indicando los datos de masa/carga. El primer valor corresponde a masa/carga (m/z) y el valor en paréntesis corresponde a la abundancia del ion, este valor esta dado en porcentaje relativo.

#### Compuestos no identificados en *Frullania brasiliensis*

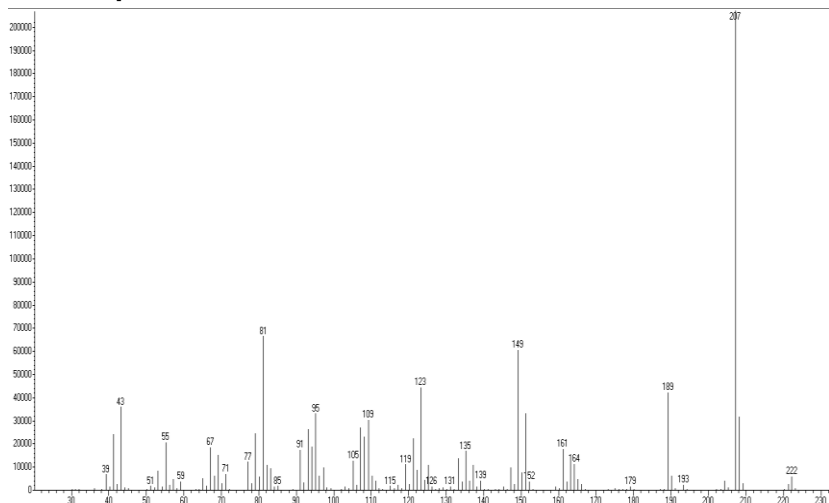
##### ✓ Compuesto N° 2 no identificado en HP-INNOWAX



**Figura 36.** Compuesto no identificado en *Frullania brasiliensis* en HP-INNOWAX  
Fuente: La autora

204.20 (0,10); 189.20 (0,07); 164.20 (39,96); 149.20 (100); 141.10 (0,06); 135.20 (12,15); 131.10 (0,25); 128.10 (0,55); 123.20 (37,64); 119.20 (1,42); 115.10 (1,76); 109.20 (64,00); 105.10 (6,52); 102.10(0,32); 96.20 (4,73); 93.20 (40,61); 89.10 (0,48); 84.20 (0,19); 81.20 (42,13); 77.10 (17,86); 71.10 (0,41); 67.20 (28,06); 63.10 (1,14); 58.10 (0,44); 55.20 (13,89); 51.10 (3,15); 41.20 (15,85); 44.20 (0,11); 36.10 (0,54); 32.10 (0,10).

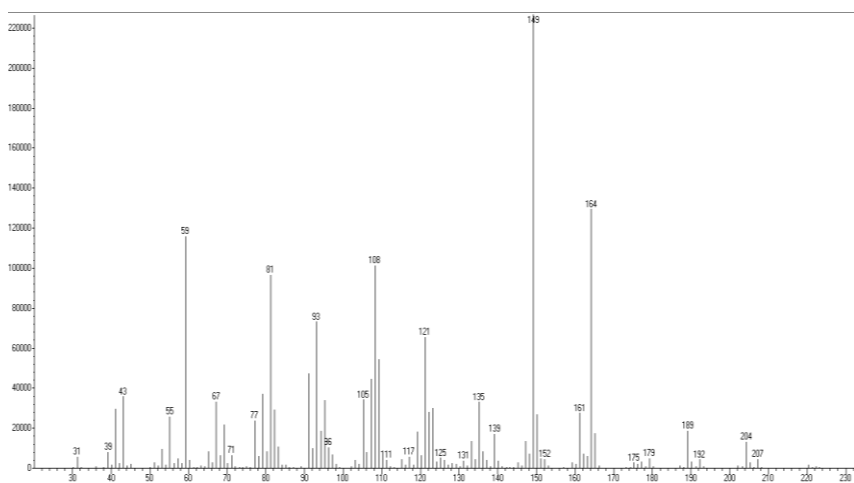
✓ **Compuesto N° 14 no identificado en HP-INNOWAX**



**Figura 37.** Compuesto no identificado en *Frullania brasiliensis* en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** La autora

222.20 (2,79); 207.20 (100); 193.30 (1,12); 189.20 (20,31); 179.20 (0,70); 164.20 (5,43); 161.20 (8,54); 152.20 (1,75); 149.20 (29,25); 139.20 (1,97); 135.20 (8,11); 131.10 (0,76); 126.20 (0,76); 123.20 (21,37); 19.20 (5,36); 115.10 (0,81); 109.20 (14,67); 105.20 (6,12); 95.20 (15,92); 91.10 (8,34); 85.10 (0,80); 81.20 (32,12); 77.10 (5,89); 71.20 (3,33); 67.10 (8,86); 59.20 (1,81); 55.20 (9,97); 51.10 (0,80); 43.20 (17,30); 39.20 (3,25).

✓ **Compuesto N° 22 no identificado en HP-INNOWAX**

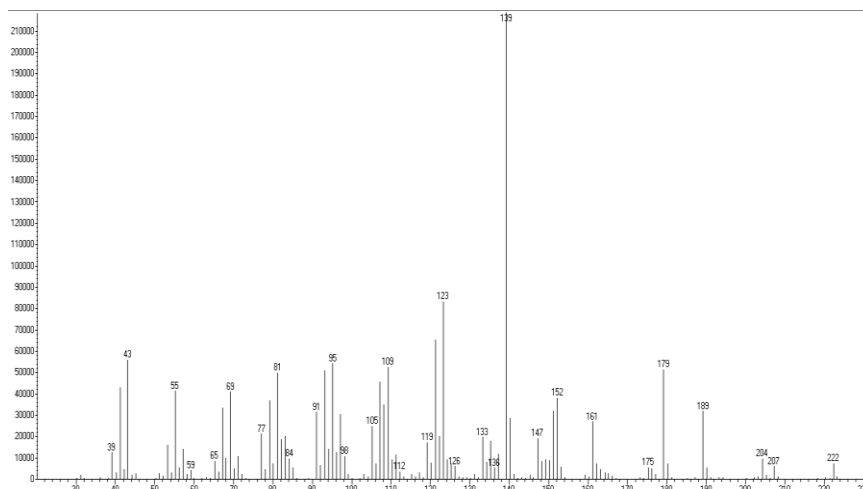


**Figura 38.** Compuesto no identificado en *Frullania brasiliensis* en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** La autora

207.30 (1,93); 204.30 (5,81); 192.20 (1,86); 189.20 (8,19); 179.20 (2,13); 175.20 (1,20); 164.20 (57,08); 161.20 (12,12); 152.20 (1,93); 149.20 (100); 139.20 (7,47); 135.20 (14,52); 131.10 (1,62); 125.20 (2,26); 121.20 (28,86); 117.10 (2,47); 111.20 (1,74); 108.20 (44,69);

105.20 (15,05); 96.20 (4,60); 93.10 (32,23); 81.20 (42,54); 77.10 (10,48); 71.20 (2,83); 67.20 (14,67); 59.20 (51,09); 55.20 (11,32); 43.10 (15,74); 39.20 (3,49); 31.20 (2,45).

✓ **Compuesto N° 23 no identificado en HP-INNOWAX**



**Figura 39.** Compuesto no identificado en *Frullania brasiliensis* en la columna HP-INNOWAX

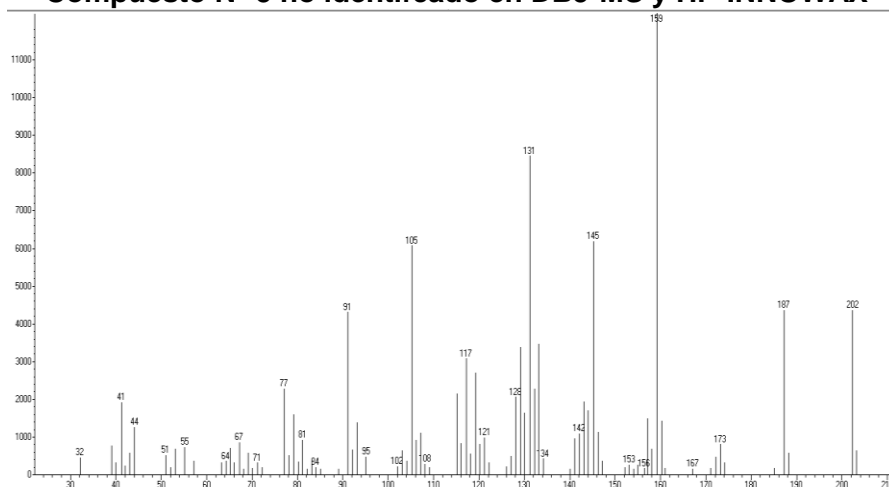
222.30

Fuente: La autora

(3,35); 207.20 (2,74); 204.20 (4,37); 189.20 (14,51); 179.20 (23,45); 175.30 (2,51); 161.20 (12,25); 152.20 (17,39); 147.20 (8,69); 139.20 (100); 136.20 (2,40); 133.20 (8,94); 126.20 (2,74); 123.20 (38,08); 119.20 (7,82); 112.20 (1,61); 109.20 (24,01); 105.20 (11,37); 98.20 (4,89); 95.20 (24,81); 91.10 (14,39); 84.20 (4,36); 81.20 (22,75); 77.10 (9,71); 69.20 (18,70); 65.20 (3,84); 59.20 (1,86); 55.20 (18,88); 43.10 (25,60); 39.10 (5,68).

**Compuestos no identificados en *Campylopus richardii***

✓ **Compuesto N° 5 no identificado en DB5-MS y HP-INNOWAX**



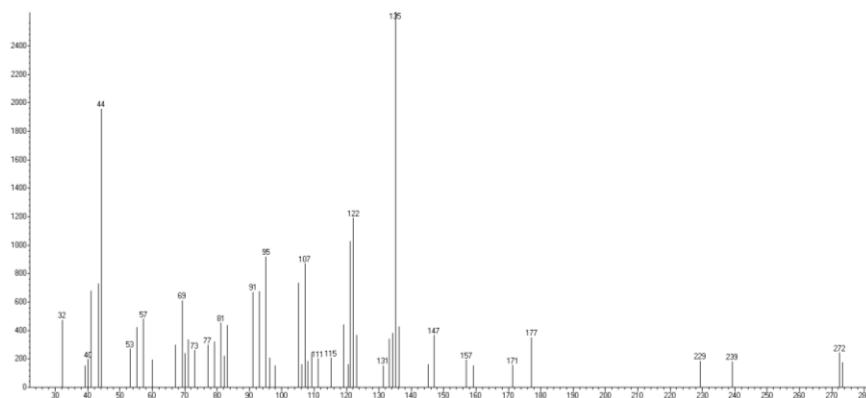
**Figura 40.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna DB5-MS

Fuente: La autora

202.20 (48,50); 187.20 (36,00); 173.20 (6,97); 162.20 (7,12); 159.20 (100); 145.10 (51,79); 141.10 (8,20); 134.10 (7,37); 131.20 (76,06); 128.10 (20,66); 120.10 (7,93); 117.10 (27,25); 108.00 (2,99); 105.10 (52,90); 95.10 (5,34); 91.20 (36,83); 84.00 (5,27); 81.20 (8,80); 77.10 (19,25); 71.00 (4,26); 69.00 (5,34); 65.10 (8,42); 57.20 (3,77); 53.10 (8,89); 49.20 (3,89); 41.10 (16,93); 40.10 (5,49); 36.10 (12,59); 32.20 (4,40).

202.30 (35,66); 187.20 (35,68); 173.20 (6,59); 167.10 (1,27); 159.20 (100); 156.40 (1,34); 153.10 (2,17); 145.20 (50,59); 142.10 (8,93); 134.10 (3,42); 131.20 (69,03); 126.10 (1,74); 121.20 (8,03); 117.20 (25,12); 108.10 (2,34); 105.20 (49,59); 102.00 (1,82); 95.10 (3,87); 91.10 (35,20); 84.00 (1,63); 81.10 (7,48); 77.10 (18,58); 71.20 (2,57); 67.20 (7,00); 64.20 (2,89); 55.20 (5,95); 51.00 (4,25); 44.10 (10,32); 41.20 (15,71); 32.10 (3,70)

✓ **Compuesto N° 31 no identificado en DB5-MS**

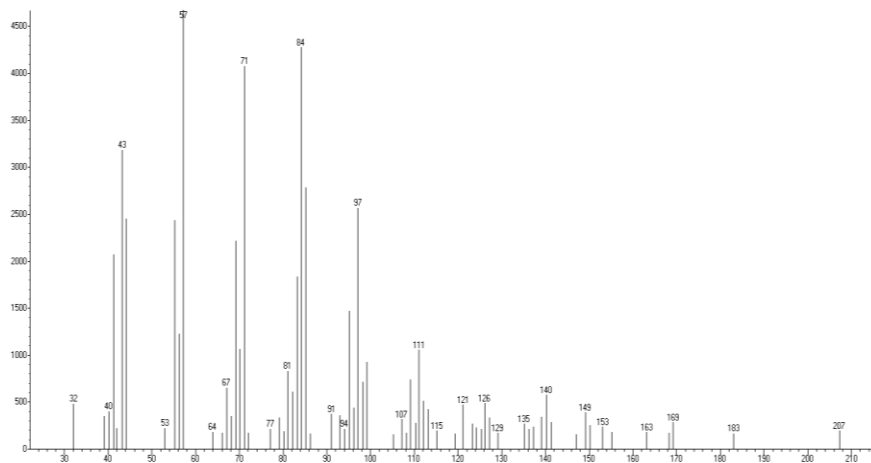


**Figura 41.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna DB5-MS  
Fuente: La autora

272.20 (22,52); 239.10 (8,05); 229.10 (9,39); 177.20 (11,57); 147.20 (18,78); 135.20 (100,00); 122.20 (67,09); 115.00 (15,43); 111.00 (7,38); 107.10 (48,01); 95.20 (54,55); 91.10 (22,89); 81.10 (12,83); 77.10 (9,43); 73.10 (8,26); 69.20 (27,17); 57.20 (20,13); 44.10 (91,36); 40.00 (13,08); 32.10 (26,25).



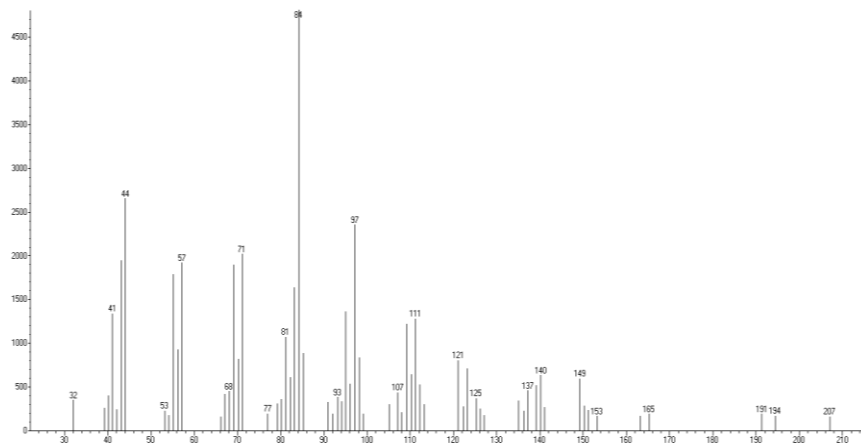
✓ **Compuesto N° 34 no identificado en DB5-MS**



**Figura 42.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna DB5-MS  
**Fuente:** La autora

207.20 (4,13); 183.10 (3,53); 169.20 (5,99); 163.20 (3,79); 153.10 (5,03); 149.10 (8,28); 140.20 (12,26); 135.10(5,65); 129.10 (3,57); 126.10 (10,40); 121.20 (10,03); 115.20 (4,09); 111.10 (22,53); 107.10 (6,70); 97.10 (54,90); 94.00 (4,56); 91.10 (7,96); 84.10 (91,48); 81.10 (17,78); 77.10 (4,54); 71.20 (87,21); 67.10 (13,91); 57.20 (100); 53.00 (4,71); 43.20 (68,06); 40.10 (8,54); 32.10 (10,25).

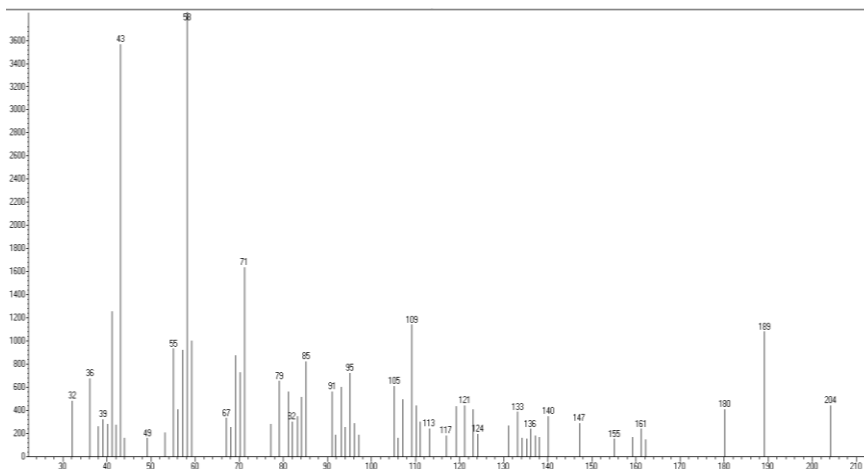
✓ **Compuesto N° 35 no identificado en DB5-MS**



**Figura 43.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna DB5-MS  
**Fuente:** La autora

207.10 (3,97); 191.20 (2,93); 165.30 (3,04); 149.20 (11,19); 140.10 (11,09); 137.20 (3,76); 125.2 (4,55); 121.10 (12,23); 111.20 (26,41); 107.00 (3,94); 97.10 (42,46); 93.10 (8,70); 84.20 (100); 81.20 (21,96); 71.20 (28,62); 68.20 (8,12); 57.20 (35,75); 53.20 (3,25); 44.10 (49,42); 41.20 (22,94); 32.20 (10,26).

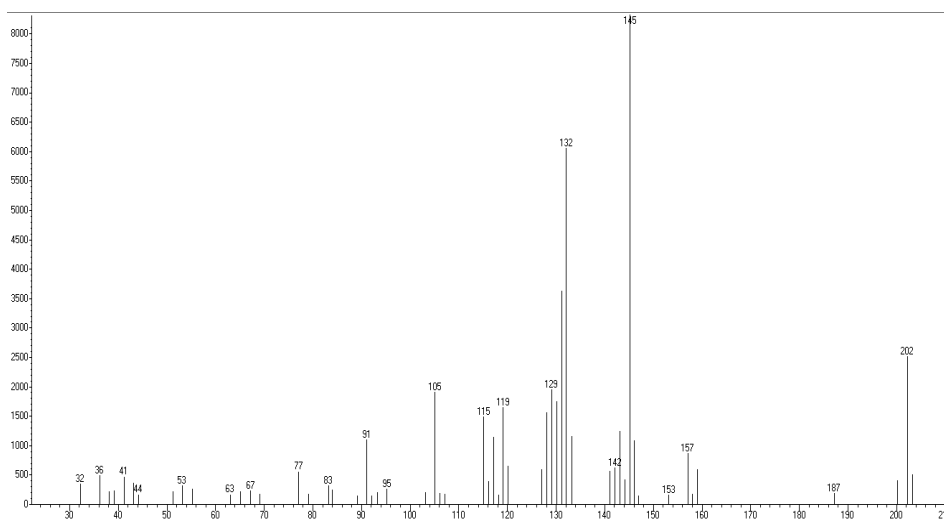
✓ **Compuesto N° 39 no identificado en HP-INNOWAX**



**Figura 44.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** La autora

204.20 (11,52); 189.20 (28,12); 180.20 (10,64); 161.20 (6,22); 159.20 (4,32); 155.10 (3,98); 147.20 (7,52); 140.20 (9,08); 136.10 (6,24); 133.20 (10,07); 124.20 (5,10); 121.20 (11,50); 117.00 (4,73); 113.10 (6,27); 109.20 (29,60); 105.20 (15,82); 97.20 (4,92); 95.10 (18,76); 91.90 (4,89); 85.2 (21,36); 82.00 (7,88); 79.10 (16,94); 71.20 (42,61); 70.20 (18,96); 67.10 (8,61); 58.20 (100); 55.10 (24,30); 49.20 (4,11); 43.10 (92,77); 39.10 (8,35); 36.20 (17,61); 32.20 (12,54).

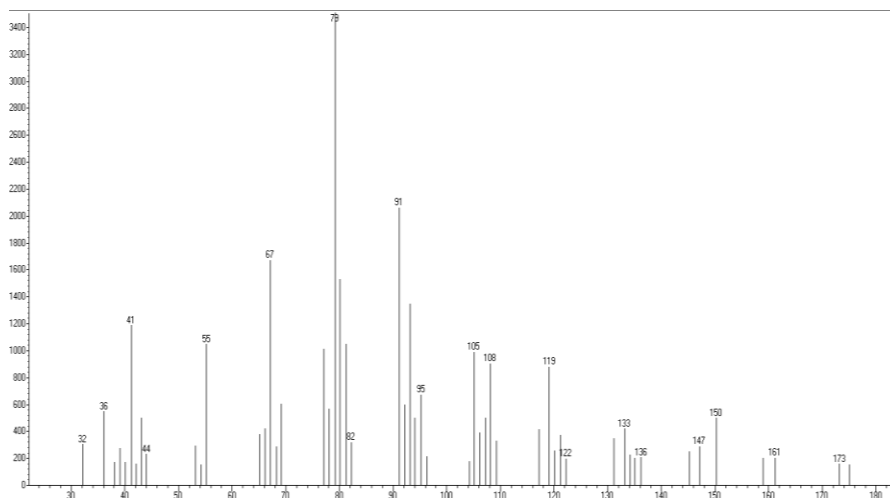
✓ **Compuesto N° 44 no identificado en HP-INNOWAX**



**Figura 45.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX  
**Fuente:** La autora

202.20 (30,14); 187.20 (2,17); 157.10 (10,38); 153.20 (1,87); 145.20 (100); 142.10 (7,45); 132.10 (72,72); 129.10 (23,41); 119.10 (19,78); 115.10 (17,86); 105.10 (22,90); 95.20 (3,04); 91.10 (13,19); 83.20 (3,75); 77.10 (6,65); 67.20 (2,78); 63.00 (1,93); 53.10 (3,80); 44.10 (1,92); 41.20 (5,62); 36.20 (5,90); 32.20 (4,15).

✓ **Compuesto N° 50 no identificado en HP-INNOWAX**



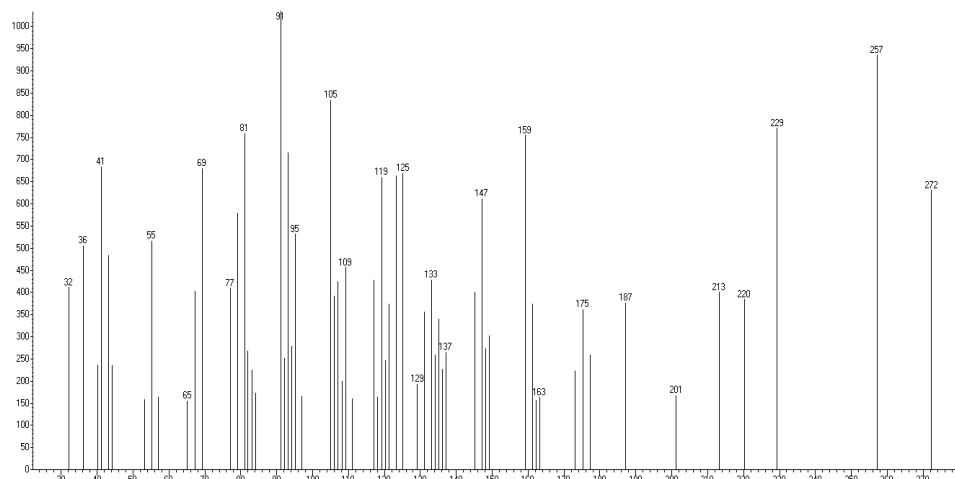
**Figura 46.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX

Fuente: La autora

173.20

(4,45); 161.20 (5,79); 150.20 (14,16); 147.10 (8,18); 136.20 (5,84); 133.10 (11,97); 122.20 (5,59); 119.10 (25,02); 108.10 (25,71); 105.10 (28,18); 104.20 (5,04); 95.20 (19,15); 91.10 (58,71); 82.20 (9,03); 79.20 (100); 67.10 (47,62); 55.20 (29,81); 44.00 (6,53); 41.20 (33,83); 36.10 (15,59); 32.10 (8,63).

✓ **Compuesto N° 52 no identificado en HP-INNOWAX**

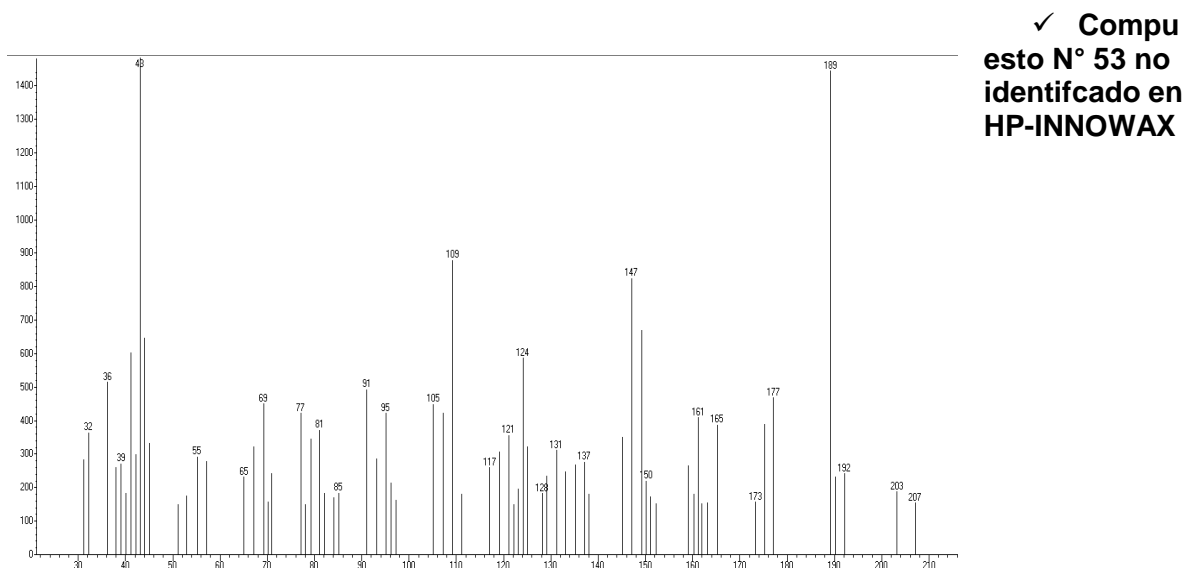


**Figura 47.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX

272.30

Fuente: La autora

(53,30); 257.20 (99,74); 229.20 (47,93); 220.20 (37,97); 213.20 (41,76); 201.20 (17,89); 187.10 (22,73); 175.10 (23,79); 159.20 (64,14); 147.20 (51,81); 137.20 (25,55); 131.10 (49,25); 123.20 (66,26); 119.00 (62,03); 109.10 (45,90); 105.20 (74,36); 95.10 (48,81); 91.10 (100); 83.10 (19,74); 79.10 (67,49); 67.10 (51,63); 55.20 (47,93); 41.20 (59,91); 36.10 (49,78); 32.10 (37,97).

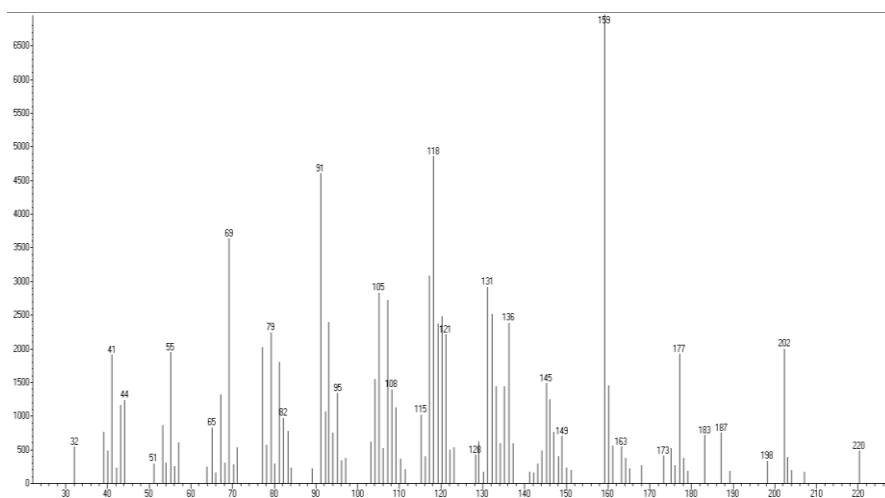


**Figura 48.** Compuesto no identificado en *Campylopus richardii* en la columna HP-INNOWAX  
Fuente: La autora

207.10 (10,38); 203.20 (12,61); 192.10 (16,25); 189.20 (97,37); 177.10 (31,56); 173.30 (10,52); 163.10 (10,45); 161.20 (27,58); 150.20 (14,77); 147.10 (55,63); 137.10 (18,61); 131.20 (20,97); 128.20 (12,27); 124.10 (39,51); 121.10 (24,01); 117.10 (17,46); 109.20 (59,27); 105.10 (30,21); 95.10 (28,46); 91.10 (33,24); 85.10 (12,41); 81.10 (25,08); 77.10 (28,46); 69.20 (30,34); 65.10 (15,58); 55.20 (19,62); 43.10 (100); 39.10 (18,27); 36.20 (34,66); 32.20 (24,54).

## Compuestos no identificados de *Macromitrium perreflexum*

✓ Compuesto  
N° 22 no  
identificado en  
DB5-MS y HP-  
INNOWAX

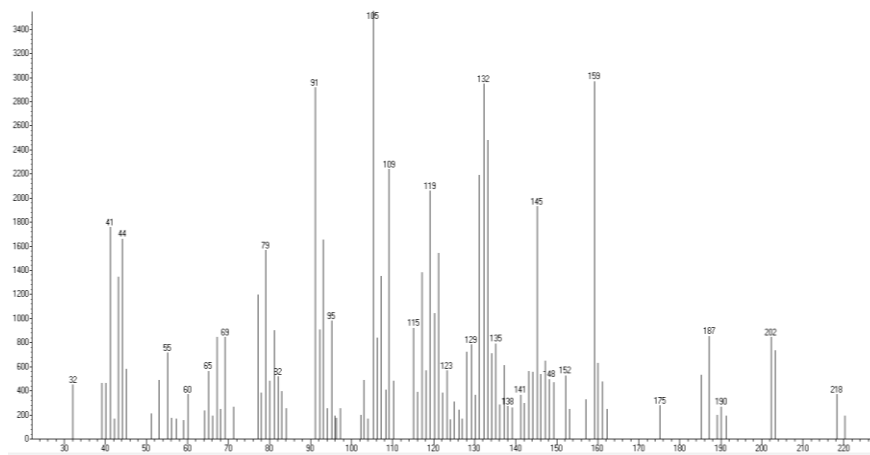


**Figura 49.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en ambas columnas

Fuente: La autora

220.20 (6,92); 202.30 (28,68); 198.20 (4,75); 187.20 (10,70); 183.20 (10,23); 177.20 (27,56);  
173.30 (5,83); 163.20 (7,74); 159.20 (100); 149.00 (10,03); 145.20 (21,29); 136.20 (34,27);  
131.20 (41,87); 128.20 (5,99); 123.10 (7,66); 118.20 (69,72); 115.20 (14,59); 108.10 (19,98);  
105.10 (40,63); 95.20 (19,23); 91.10 (66,10); 82.20 (13,95); 79.20 (32,15); 69.20 (52,20);  
65.10 (11,86); 55.10 (27,91); 51.10 (4,21); 44.10 (17,74); 41.10 (27,41); 32.10 (7,77)

220.20 (5,51); 202.20 (25,61); 187.20 (6,10); 177.20 (29,78); 173.20 (3,84); 165.10 (0,43);  
159.20 (100); 149.20 (6,27); 145.20 (19,76); 141.10 (1,18); 136.20 (32,43); 131.20 (40,31);  
128.10 (4,95); 121.20 (23,66); 118.20 (73,50); 115.10 (10,47); 111.20 (2,43); 107.20 (32,82);  
104.10 (19,97); 95.20 (11,14); 91.10 (55,67); 83.20 (4,60); 79.10 (28,62); 69.20 (44,38); 65.10  
(8,42); 55.20 (25,37); 51.10 (3,69); 44.10 (0,78); 41.20 (24,08); 36.10 (0,80).

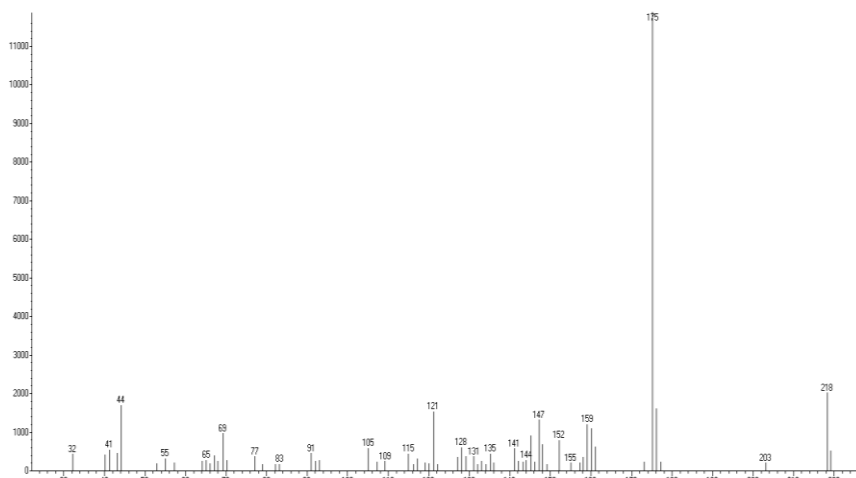


✓ Compuesto  
N° 26 no identificado  
en DB5-MS

**Figura 50.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS  
**Fuente:** La autora

218.20 (10,20); 202.30 (25,29); 190.10 (7,50); 187.20 (24,92); 173.20 (7,62); 162.10 (7,32); 159.20 (70,78); 152.20 (16,60); 149.10 (14,22); 145.20 (53,56); 142.00 (7,32); 135.10 (21,82); 132.20 (91,85); 128.10 (20,57); 123.20 (22,47); 119.20 (56,04); 115.10 (18,17); 109.20 (50,26); 105.10 (100); 95.10 (26,12); 91.10 (65,13); 84.10 (9,82); 81.20 (22,29); 77.10 (34,27); 69.20 (21,54); 65.20 (12,42); 55.20 (24,47); 44.20 (44,91); 41.20 (32,57); 32.10 (10,60).

✓ **Compuesto N° 27 no identificado en DB5-MS**



**Figura 51.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS  
**Fuente:** La autora

218.30 (16,97); 203.10 (1,66); 175.20 (100); 159.10 (10,15); 155.00 (1,71); 152.10 (6,62); 147.20 (1,09); 144.10 (2,30); 141.10 (4,84); 135.20 (3,72); 131.10 (3,12); 128.00 (5,10); 121.10 (12,93); 115.00 (3,70); 109.20 (2,08); 105.10 (4,91); 91.00 (3,81); 83.20 (1,41); 77.10 (3,07); 69.20 (8,16); 65.10 (2,27); 55.00 (2,67); 44.10 (14,28); 41.20 (4,58); 32.10 (3,60);

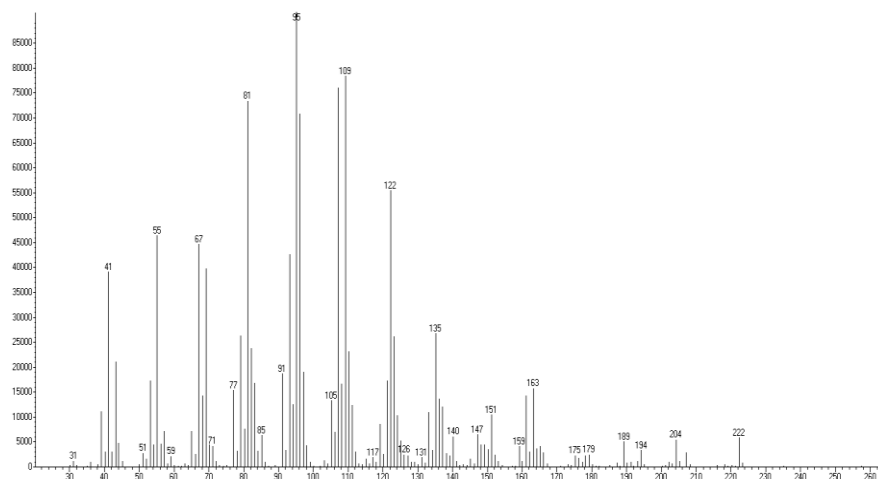
✓ **Compuesto N° 29 no identificado en HP-INNOWAX**



(43.89 min)

**Figura 52.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columna INNOWAX  
**Fuente:** La autora

218.20 (22,18); 203.20 (25,81); 190.20 (2,96); 185.20 (3,34); 176.20 (100); 161.20 (28,04); 157.20 (1,61); 153.10 (0,77); 147.20 (49,92); 143.20 (1,88); 137.10 (1,80); 133.20 (69,65); 128.10 (2,92); 123.20 (12,55); 119.20 (28,88); 115.10 (5,03); 111.20 (4,87); 107.20 (48,99); 103.10 (3,63); 95.10 (23,94); 91.10 (43,62); 83.20 (9,00); 79.10 (30,86); 71.20 (4,83); 67.20 (14,94); 63.10 (1,30); 55.20 (18,34); 51.20 (3,06); 41.20 (22,62); 36.10 (1,14).

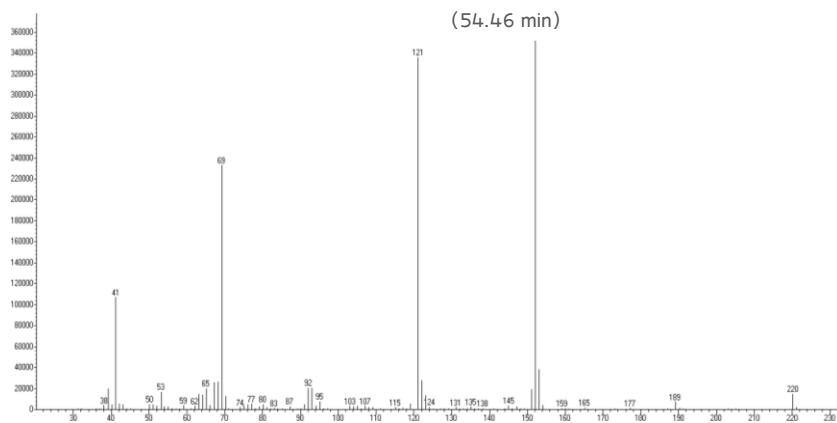


✓ **Compuesto  
N° 30 no  
identificado en HP-  
INNOWAX**

**Figura 53.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en las columnas DB-5MS  
**Fuente:** La autora

222.30 (6,38); 204.20 (5,91); 194.20 (3,62); 189.20 (5,48); 179.20 (2,64); 175.20 (2,48); 163.20 (17,25); 159.20 (4,47); 151.20 (11,44); 147.20 (7,07); 140.20 (6,67); 135.20 (29,32); 131.20 (2,08); 126.10 (2,68); 122.20 (60,74); 117.10 (2,05); 109.20 (85,86); 105.20 (14,58); 95.20 (100,00); 91.10 (20,45); 85.20 (6,88); 81.20 (80,45); 77.10 (16,76); 71.10 (4,55); 67.20 (48,89); 59.20 (2,28); 55.20 (50,80); 51.10 (2,98); 41.20 (42,80); 31.10 (1,29).

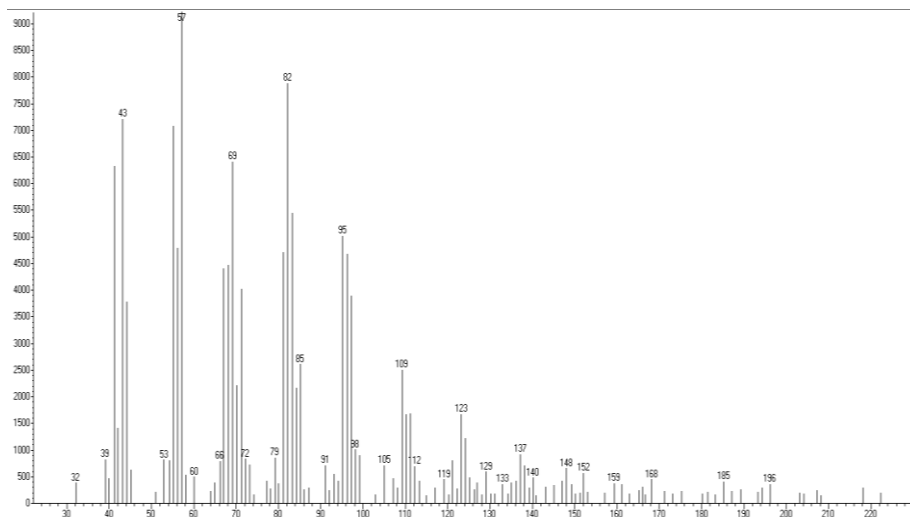
✓ **Compuesto N° 47 no identificado en HP-INNOWAX**



**Figura 54.** Compuesto no identificado en *Macromitrium perreflexum* en la columnas DB-5MS  
**Fuente:** La autora

220.20 (3,83); 189.10 (1,86); 177.20 (0,27); 165.10 (0,42); 159.10 (0,24); 152.10 (100); 145.10 (0,89); 138.20 (0,25); 135.10 (0,69); 131.10 (0,49); 124.10 (0,53); 121.10 (88,77); 115.10 (0,48); 107.10 (0,87); 103.10 (0,80); 95.10 (2,00); 92.10 (5,39); 83.10 (0,30); 87.20 (0,74); 80.10 (1,23); 77.10 (1,33); 74.10 (0,49); 69.20 (61,58); 65.10 (5,27); 62.10 (0,80); 59.10 (1,03); 53.20 (4,36); 50.10 (1,26); 41.20 (28,25); 38.10 (0,99).

**Compuestos n identificados en *Leptodontium viticulosoides***



✓ **Compuest  
o N° 27 no  
identificado en  
DB5-MS**



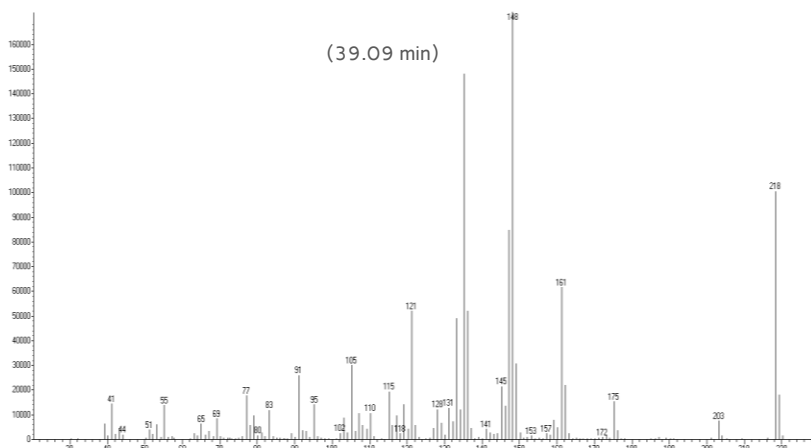
(40.79 min)

**Figura 55.** Compuesto no identificado en *Leptodontium viticulosoides* en la columna DB-5MS  
**Fuente:** La autora

196.20 (3,83); 185.20 (4,41); 168.20 (4,84); 159.30 (4,07); 152.10 (6,13); 148.10 (7,05); 140.90 (1,63); 137.20 (9,95); 133.00 (3,90); 129.10 (6,41); 123.20 (18,10); 119.20 (4,81); 112.20 (7,47); 109.20 (27,13); 105.10 (7,69); 98.20 (10,89); 91.10 (7,64); 82.20 (85,43); 79.20 (9,24); 72.20 (8,99); 69.20 (69,45); 66.20 (8,54); 60.10 (5,30); 57.20 (100); 53.00 (8,85); 43.20 (78,16); 39.10 (8,91); 32.10 (4,12).

### Compuestos no identificados en *Herbertus juniperinus*

#### ✓ Compuesto N° 30 no identificado en DB5-MS

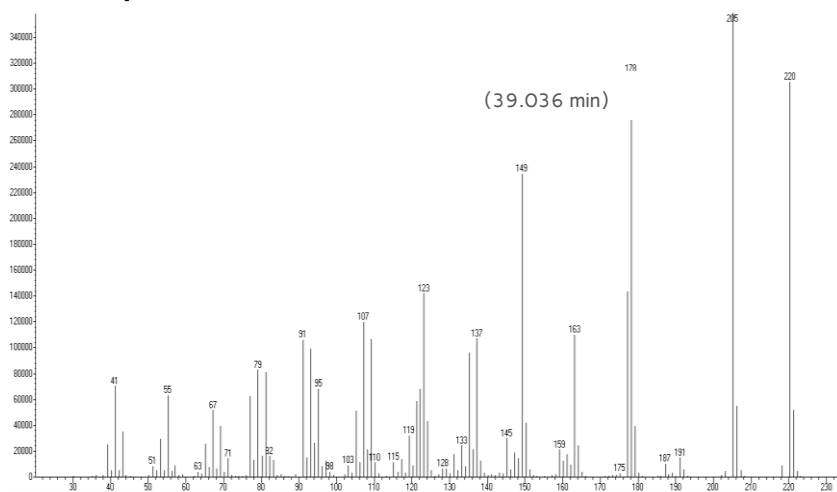


**Figura 56.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna DB-5MS  
**Fuente:** La autora

218.30 (55,83); 203.20 (4,03); 175.20 (8,95); 165.20 (0,43); 161.20 (34,16); 157.20 (1,12); 153.10 (0,77); 148.20 (100,0); 145.20 (12,37); 141.20 (2,38); 135.20 (91,93); 131.10 (6,21); 128.20 (6,28); 121.20 (28,35); 118.10 (1,19); 115.10 (10,75); 110.20 (6,01); 105.20 (16,20);

102.20 (1,05); 95.20 (7,02); 91.10 (14,01); 83.20 (6,09); 80.20 (0,70); 77.10 (9,30); 72.10 (0,45); 69.20 (4,83); 65.20 (3,23); 55.20 (7,13); 51.10 (1,94); 41.20 (8,30).

✓ **Compuesto N° 47 no identificado en HP-INNOWAX**

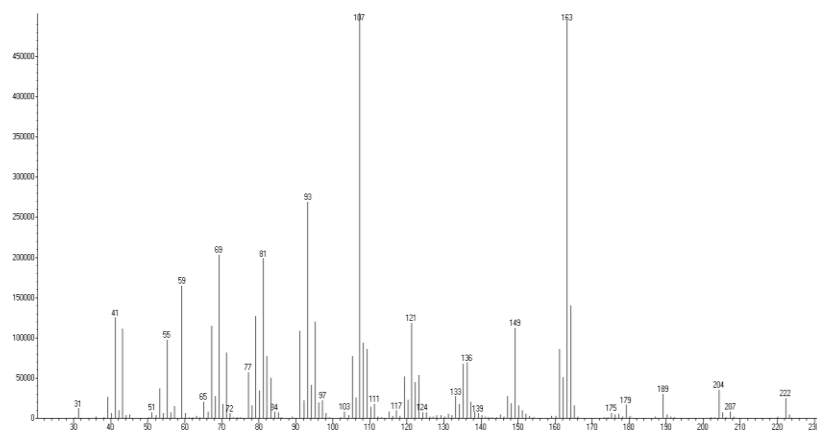


**Figura 57.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX

Fuente: La autora

220.30 (85,14); 205.20 (100); 191.20 (4,11); 187.20 (2,84); 178.20 (86,87); 175.20 (0,78); 163.20 (30,57); 159.20 (5,86); 149.20 (65,36); 145.20 (8,32); 137.20 (29,86); 133.20 (6,71); 128.20 (1,78); 123.20 (39,56); 119.20 (8,92); 115.10 (3,14); 110.20 (3,08); 107.20 (33,40); 103.10 (2,52); 98.20 (1,10); 95.20 (18,95); 91.10 (29,53); 82.20 (4,50); 79.10 (23,07); 71.20 (3,96); 67.20 (14,35); 63.20 (1,06); 55.20 (17,60); 51.20 (2,27); 41.20 (19,54).

✓ **Compuesto N° 47 no identificado en HP-INNOWAX**



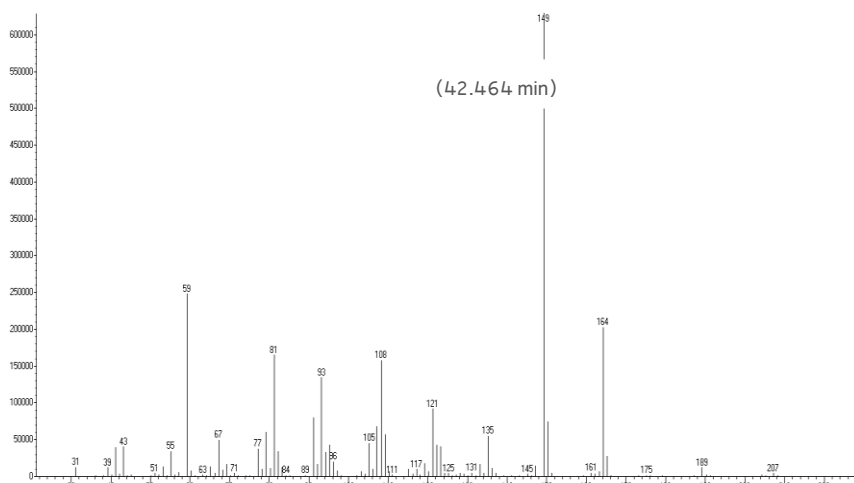
**Figura 58.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX

Fuente: La autora

222.30 (4,90); 207.30 (1,65); 204.30 (6,83); 189.20 (5,82); 175.20 (1,14); 179.20 (3,36); 163.20 (98,69); 149.20 (22,33); 138.20 (1,42); 131.20 (0,96); 135.20 (13,41); 124.20 (1,31); 121.20 (23,51); 111.20 (3,51); 117.20 (2,04); 107.20 (100); 103.10 (1,63); 97.20 (4,42); 93.20

(51,89); 84.20 (1,46); 81.20 (39,02); 77.10 (11,36); 72.20 (1,08); 69.20 (38,51); 65.20 (4,06); 59.20 (33,93); 55.20 (18,96); 51.20 (1,32); 41.20 (23,68); 31.20 (2,43).

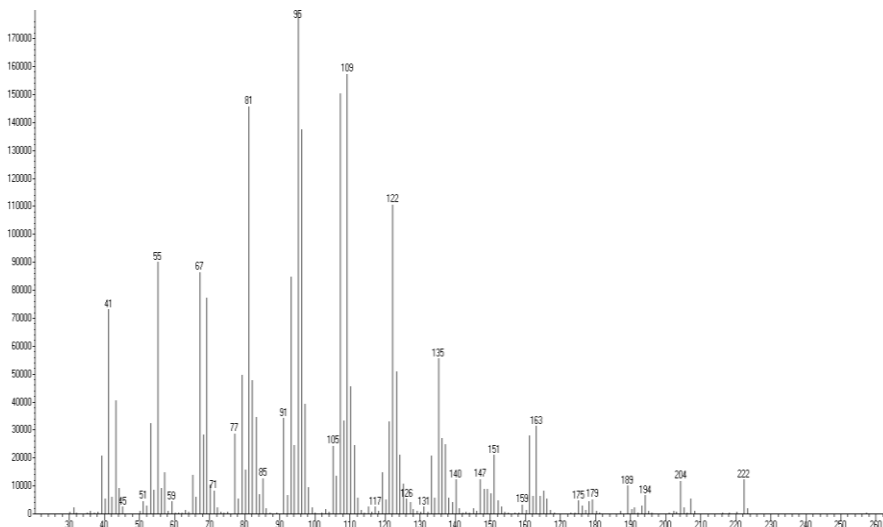
✓ **Compuesto N° 47 no identificado en HP-INNOWAX**



207.20 **Figura 59.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX  
(0, **Fuente:** La autora

68); 189.20 (1,78); 175.20 (0,14); 164.20 (32,13); 159.10 (0,19); 149.20 (100); 145.20 (0,50); 141.10 (0,15); 135.20 (8,88); 131.20 (0,68); 125.20 (0,73); 121.20 (14,46); 17.10 (1,52); 108.20 (24,95); 103.10 (1,04); 97.20 (1,12); 93.20 (21,33); 89.20 (0,22); 85.20 (0,20); 81.20 (25,87); 77.10 (5,94); 71.20 (0,64); 67.20 (8,13); 63.10 (0,34); 59.20(39,76); 55.20 (5,49); 51.20 (0,66); 43.20 (6,59); 39.20 (1,75); 31.20 (1,85).

✓ **Compuesto N° 47 no identificado en HP-INNOWAX**



222.30 **Figura 60.** Compuesto no identificado en *Herbertus juniperinus* en la columna HP-INNOWAX  
( **Fuente:** La autora

6,75); 204.30 (6,51); 194.20 (3,57); 189.20 (5,51); 179.20 (2,79); 175.20 (2,55); 163.20

(17,28); 159.20 (1,82); 151.20 (11,62); 147.20 (6,81); 140.20 (6,76); 135.20 (30,68); 131.10 (1,36); 126.20 (2,88); 122.20 (61,13); 117.20 (1,34); 109.20 (87,00); 105.20 (13,40); 95.20 (100); 91.10 (18,92); 85.20 (7,02); 81.20 (80,59); 77.10 (15,86); 71.20 (4,53); 67.20 (47,78); 59.20 (2,43); 55.20 (49,75); 51.10 (2,49); 45.20 (1,37); 41.20(40,45);

## CONCLUSIONES

- De las seis especies recolectadas únicamente se logro extraer aceite esencial de cinco, de *Porella brachiata* no se obtuvo ningún rendimiento.
- *Herbertus juniperinus* (70,40%), *Leptodontium viticulosoides* (81,1%), *Macromitrium perreflexum* (84,1%), *Campylopus richardii* (57,40%) presentaron valores normales de humedad, exepcto la especie *Frullania brasiliensis* (15,31%) de la cual se determinó el valor mas bajo.
- En las especies *Frullania brasiliensis* y *Campylopus richardii* se identificaron 44 compuestos, de los cuales 22 estuvieron presentes en ambas columnas DB5-MS y HP-INNOWAX; en la especie *Macromitrium perreflexum* se identificó 41 compuestos, de los cuales 24 fueron reportados en la columna DB5-MS y HP-INNOWAX; en *Leptodontium viticulosoides* se identificó 50 compuestos, de los cuales 24 estuvieron presentes en DB5-MS y HP-INNOWAX; en la especie *Herbertus juniperinus* se identifico 48 compuestos, de los cuales 21 se reportaron en ambas columnas.

- La composición química de los aceites esenciales obtenidos de las cinco especies de briófitas presentaron variaciones cualitativas y cuantitativas debido al estado en que se destila la muestra, condiciones climáticas.

## RECOMENDACIONES

- Consolidar los datos y elaborar un registro que facilite la búsqueda de información para futuras investigaciones.
- Debido al interés cada vez mayor de explotar los recursos naturales disponibles en nuestro país surge la necesidad de realizar investigaciones sobre la composición química de Briófitas, pues son plantas que han tenido pocos estudios realizados.
- En lo posible continuar con el estudio de las especies analizadas, para determinar la actividad biológica, antioxidante y antifúngica.
- Realizar destilación de la especie *Porella brachiata* utilizando mayor cantidad de muestra.
- Realizar evaluaciones previas para determinar las condiciones óptimas en las cuales la destilación de la materia vegetal tenga el mayor rendimiento de aceite esencial en las especies de briófitas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, G. & Gallo, S., 2003. Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando Piper Aduncun (Cordoncillo) procedente de la zona cafetera.
- Asakawa, Y., 2007. Biologically active compounds from bryophytes \*. , 79(4), pp.557–580.
- Balslev, H. et al., 2008. Introducción. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador, pp.1–947.
- Benitez, A. & Gradstein, S.R., 2011. Adiciones a La Flora De Briófitas Del Ecuador. BioOne, 32(1), pp.65–74. Available at: <http://www.bioone.org/doi/full/10.7872/cryb.v32.iss1.2011.065BioOne>.
- Calderon, D. & Guerrero, I., 2013. Análisis del efecto antibacterial de aceites esenciales de Lepechinia rufocampii y Minthostachys tomentosa sobre cepas de Escherichia coli y Salmonella thyphimur ium ". Available at: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4542/1/Tesis.pdf>.
- Cañigueral, S., Dellacasa, E. & Bandini, A., 2003. Plantas Medicinales y Fitoterapia : ¿ Indicadores de Dependencia o Factores de Desarrollo ? ResearchGate, pp.267–278.
- Cardona, J. & Barrientos, J., 2011. Production, use and marketing of aromatic species in the Sumapaz region of Cundinamarca. Revista Colombia de Ciencias Hortícolas, 5(1), pp.114–129.
- Cerna, F., 2010. Flora representativa de las estribaciones occidentales de la cordillera

- en la provincia del Cotopaxi. *La Granja*, 12(2), pp.19–27.
- Cerutti, M. & Neumayer, F., 2004. Aceite esencial de limón.
- Cobianchi, R. et al., 2009. Occurrence of antibiotic activity in *Conocephalum conicum*, *Mnium undulatum* and *Leptodictyum riparium* (Bryophytes). *Giornale botanico italiano: Official Journal of the Societa Botanica Italiana*, 122(March 2015), pp.37–41.
- Condori, D. et al., 2012. Análisis proximal, características fisicoquímicas y actividad antimicrobiana del musgo blanco (*Sphagnum maguellanicum* Brid.) proveniente de Junín, Perú. *Scielo*, 78(1). Available at: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2012000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2012000100005&script=sci_arttext).
- Corrales, V., 2012. Elaboración de té aromático a base de plantas Cedrin (*Aloysiacitrodora*) y Toronjil (*Melissa officinalis*) Procesado con Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Endulzante natural, utilizando el método de deshidratación. Universidad Técnica de Cotopaxi. Available at: <http://181.112.224.103/bitstream/27000/720/1/T-UTC-0563.pdf>.
- Correa, G., 2014. Manual del Cultivo de las Plantas condimentarias de exportación bajo Buenas Prácticas Agrícolas, Medellín, Colombia: Gobernación de Antioquia.
- Cubas, P., 2008. Briófitos ( musgos , hepáticas y antoceros ). , pp.1–4. Available at: [http://www.aulados.net/Botanica/Curso\\_Botanica/Briofitos/11\\_Briofitos\\_texto.pdf](http://www.aulados.net/Botanica/Curso_Botanica/Briofitos/11_Briofitos_texto.pdf).
- Delgadillo, C. & Cárdenas, M., 1990. Manual de briofitas, México: Universidad Autónoma de México. Available at: <http://briologia.blogspot.com/2009/07/libro-manual-de-briofitas-en-linea.html>.
- ECOLAP & MAE, 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. , pp.186–192.
- Eguiguren, P. & Ojeda, T., 2009. Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del parque nacional podocarpus. universidad nacional de Loja. available at: [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5859/1/Eguiguren\\_Velepucha\\_Pa%C3%BAI\\_%26\\_Ojeda\\_Luna\\_Tatiana.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5859/1/Eguiguren_Velepucha_Pa%C3%BAI_%26_Ojeda_Luna_Tatiana.pdf).
- Fanlo, M. et al., 2009. Cultivo de plantas aromáticas, medicinales y condimentarias en Cataluña Primera Ed., España: Centro Tecnológico Forestal de Cataluña.
- Flatt, V. et al., 2015. Compositional Variation and Bioactivity of the Leaf Essential Oil of *Montanoa guatemalensis* from Monteverde, Costa Rica: A Preliminary Investigation. *Meducunes*, 4, pp.331–339.
- Forlin, A., 2012. Plantas Aromáticas Diferentes formas de multiplicación Primera Ed., Instituto Nacionas de Tecnología Agropecuaria.
- Fretes, F., 2010. Plantas medicinales y aromáticas una alternativa de producción

comercial, Paraguay.

Gonzalez, A., 2004. Bbtención de aceites esenciales y extractos etanolicos de planta del del amazonas.

Gutiérrez, M. & Droguet, M., 2002. La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: indentificación de compuestos causantes de mal olor,

Hess, S. et al., 2007. Evaluation of seasonal changes in chemical composition and antibacterial activity of *Elyonuru muticus* (sprengerl) o. *kuntze* (gramineae). , 30(2), pp.370–373.

De Klee, R. et al., 2007. Composición y distribución de las Hepáticas Epifilicas presentes en los especimenes de Herbario de las familias Lauraceae y Arecaceae de Guatemala. , pp.1–56.

Larrain, J., 2009. Musgos de Chile. Available at: <http://www.musgosdechile.cl/general.html>.

Lopez, A., Benjamín, R. & Echeverri, T., 2007. Actividad Antioxidante en Musgos. *redayc.org*, 13, pp.23–26.

Martínez, A., 2003. Aceites Esenciales. , pp.1–9.

Martínez, J. & Núñez, E., 2004. Los briofitos: plantas diminutas al bonde del masoquismo. , pp.24–28.

Merchán, J., Álvarez, J. & Delgado, M., 2011. Evaluation of the water retention in mosses of moor of Siachoque, Toca and Pesca (Boyaca). *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 5(2), pp.295–302.

Moré, E. & Colom, A., 2002. Distribución comercial de plantas aromáticas y medicinales en Cataluña. , 17(1). Available at: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/aromaticas\\_1161160167703.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/aromaticas_1161160167703.pdf).

Mosalve, L., 2007. Comparación de la composición química de los aceites esenciales de las plantas de *Lippia alba* (Mill) N.E Brown, provenientes de diferentes Regiones de Colombia.

Nagashima, F. et al., 1991. Terpenoids and aromatic compounds from selected Ecuadorian Liverworts,

Nagashima, F. & Asakawa, Y., 2011. Terpenoids and Bibenzyls from Three Argentine Liverworts. *Molecules*, pp.10471–10478.

Neill, D., 2007. Inventario Botánico de la Región de la Cordillera del Cóndor , Ecuador y Perú : Actividades y Resultados Científicos del Proyecto , 2004-2007. , pp.3–6.

Olguín, L. & Rodríguez, H., 2004. cromatrografía de gases, México. Available at: [http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia\\_de\\_gases.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia_de_gases.pdf).

Ortuño, M., 2006. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes Primera Ed., España: Aiyana Ediciones.



- Oyededeji, O. & Afolayan, A., 2005. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Centella asiatica* Growing in South Africa. Taylor & Francis, 43(3), pp.249–252.
- Paolini, J. et al., 2010. Chemical composition , intraspecies variation and seasonal variation in essential oils of *Calendula arvensis* L . Biochemical Systematics and Ecology, 38(5), pp.865–874. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2010.07.009>.
- Patzelt, E., 2004. La flora del Ecuador Cuarta Edi., Ecuador.
- Rodriguez, J., 2011. Evaluacion de la actividad antibacteriana de cuatro extractos etanulicos de briófitos y de jugos de diez frutas de interes comercial en Colombi contra cuatro bacterias patógenas. Pontificia Universidad Javieriana.
- Rodríguez, M., Alcaraz, L. & Real, S., 2012. Procedimiento para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas, México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Rosalina, G., 2010. <http://siaram.azores.gov.pt>. Siaram, p.2. Available at: <http://siaram.azores.gov.pt/flora/briofitos/Briofitos.pdf> .
- Salazar, N., 2011. Las briofitas Primera Ed. S. . Editora Novo Art, ed., Panamá.
- Sánchez, Y. et al., 2009. Estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum kunth* (caisimón de anís). Scielo, 24(1), pp.39–46.
- Sika, D. et al., 2011. Chemical composition and seasonal variation of essential oil of *Sclerocarya birrea* ( A . Rich .) Hochst subsp *birrea* leaves from Benin. , 5(18), pp.4640–4646.
- Silvestre, M. et al., 2005. Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. Elsevier, pp.62, 1518–1521.
- Stashenko, E., 2009. Aceites esenciales Primera ed., Bucaramanga - Santandeer.
- Toapanta, E., 2000. Checklist de musgos del ecuador. , (1), p.9. Available at: [http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/501/1/CHECKLIST\\_DE\\_MUSGOS\\_DEL\\_ECUADOR.pdf](http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/501/1/CHECKLIST_DE_MUSGOS_DEL_ECUADOR.pdf).
- Tracy, M. & Hernández, I., 2005. La Transpiración - Movimiento del Agua a Través de las Plantas. Available at: <https://passel.unl.edu/pages/printinformationmodule.php?idinformationmodule=1123617035>.
- Tzakou, O. et al., 2014. Composition and Antimicrobial Activity of *Chenopodium botrys* L . Essential Oil from Greece Composition and. Essential Oil Research, 19(December 2014), pp.3–6.
- Ücuncu, O. et al., 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of mosses ( *Tortula muralis* Hedw ., *Homalothecium lutescens* ( Hedw .) H . Rob ., *Hypnum cupressiforme* Hedw ., and *Pohlia nutans* ( Hedw .)

- Lindb .) from Turkey. *Tubitak*, 34, pp.825–834.
- Valcársel, M. & Gómez, A., 1988. *Técnicas Analíticas de Separación*, Barcelona.
- Valverde, P., 2015. Composición química, potencial antimicrobiano y letal de los aceites esenciales de las hojas de Hierba Luida (*Cymbopogon citratus*), Mastrante (*Ageratum conyzoides*), Guabiduca (*Piper carpubya*), Ajenjo (*Artemisa absinthium*) y Cedrón (*Lippia citriodora*), Cul. Universidad Técnica de Machala. Available at: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2799/6/CD000013-TRABAJO COMPLETO-pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2799/6/CD000013-TRABAJO%20COMPLETO-pdf).
- Vargas, A. & Bottia, E., 2008. Estudio de la composición química de los aceites esenciales de seis especies vegetales cultivadas en los municipios de Bolívar y El Peñón - Santander, Colombia. , pp.50–54.
- Yáñez, S., Gradstein, R. & Wegner, C., 2006. *Hepáticas y Antoceros del Ecuador* Primera Ed., Quito - Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA.

## ANEXOS

## ANEXO I

### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

#### Material

- Lámpara
- Pinza
- Balanza
- Crisol
- Desecador

#### Procedimiento

- 1) Pesar en una cápsula 0-5 o 1gr de la muestra, seguidamente colocarla en la lámpara ULTRA X a 37°C por 45min.
- 2) Colocar la cápsula en el desecador por aproximadamente 5 minutos, para que la temperatura de la cápsula se iguale a la temperatura ambiente.
- 3) Colocar la cápsula nuevamente en la lámpara durante 15 minutos, enfriar en el desecador y pesar.
- 4) Repetir el procedimiento hasta que el peso de la cápsula sea constante.

#### Cálculo

$$Hm = \frac{(m1 - m2)}{(m1 - m)} * 100$$

#### Dónde:

**Hm:** %de humedad

**m:** peso de la cápsula vacía (gr)

**m1:** peso de la cápsula + muestra a analizar (gr).

**m 2:** peso de la cápsula + muestra seca (gr).

## ANEXO II

### DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO

Para calcular el rendimiento se utiliza la siguiente formula, de tal manera que se compara el volumen de aceite esencial obtenido con la cantidad de materia vegetal utilizada.

$$\%R = \frac{\text{Volumen}(ml)}{\text{Peso}(gr)} * 100$$

**Donde:**

**R:** Rendimiento expresado en porcentaje

**V:** Volumen del aceite esencial

**P:** Peso de la materia vegetal empleada en la destilación

## ANEXO III

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### ÍNDICES DE KOVATS

- 1) Achicha, S. Skanli, T. Barrek, S. Zarrouk, H. Ghrabi, Z. Chemical Composition of *Teucrium alopecurus* Essential Oil from Tunisia. 2011. DOI: 10.1080/10412905.2007.9699939.
- 2) Adams, R.P. (2007). Identificación de esencial oil compoment s by chromatography / MS Spectrometry. Vol.4
- 3) Adams, R.P. 1995. Identificación de esencial oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL.
- 4) Adams, R.P.; Nguyen, S., *Infra-specific variation in Juniperus deppeana and F. Sperryi in the Davis Mountains of Texas: variation in leaf essential oils and random amplified polymorphic DNAs (RAPDS)*, Phytologia, 2005, 87, 2, 96-108.
- 5) Alan, S. Kurkcuoglu, M. Ozek, T. Baser, H. 2011. Composition of the essential oils of *Calamintha tauricola* P.H. Davis.
- 6) Alan, S. Kurkcuoglu, M. Ozek, T. Ozen, T. Baser, H. 2014. Composition of the Essential Oils of *Calamintha tauricola* P.H. Davis
- 7) Amri, I. Hamrouni, L. Hanana, M. Gargouri, S. 2013. Chemical compisition, physico-chemical properties, antifungal and herbicidal activities of *Pinus halapensis* Miller essential oils.
- 8) Andriamaharavo, N.R., Retention Data. NIST Mass Spectrometry Data Center., NIST Mass Spectrometry Data Center, 2014.
- 9) Angioni, A.; Barra, A.; Coroneo, V.; Dessi, S.; Cabras, P., *Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of Lavandula stoechas L. ssp. stoechas essential oils from stem/leaves and flowers*, J. Agric. Food Chem., 2006, 54, 12, 4364-4370. [doi:10.1021/jf0603329] [all data]
- 10) Argyropoulou, C. Skaltsa, H. Identificación de esencial oil components of *Marrubium thessalum* Boiss. & Heldr., growing wild in Greece. 2010. DOI: 10.1080/14786419.2010.535153.
- 11) Asuming, W.A.; Beauchamp, P.S.; Descalzo, J.T.; Dev, B.C.; Dev, V.; Frost, S.; Ma, C.W., *Essential oil composition of four Lomatium Raf. species and their chemotaxonomy*, Biochem. Syst. Ecol., 2005, 33, 1, 17-26. [doi:10.1016/j.bse.2004.06.005]
- 12) Bagci, E.; Baser, K.H.C., *Study of the essential oils of Thymus haussknechtii Velen and Thymus kotschyanus Boiss. et Hohen var. kotschyanus (Lamiaceae) taxa from the eastern Anatolian region in Turkey*, Flavour Fragr. J., 2005, 20, 2, 199-202. [doi:10.1002/ffj.1397]
- 13) Baranauskienė, R.; Venskutonis, R.P.; Demyttenaere, J.C.R., *Sensory and instrumental evaluation of catnip (Nepeta cataria L.) aroma*, J. Agric. Food Chem., 2003, 51, 13, 3840-3848. [doi:10.1021/jf021187b]
- 14) Baser, K.H.C.; Demirci, B.; Kirimer, N.; Satil, F.; Tumen, G., *The essential oils of Thymus migricus and T. fedtschenkoi var. handelii from Turkey*, Flavour Fragr. J., 2002, 17, 1, 41-45. [doi:10.1002/ffj.1036]
- 15) Baser, K.H.C.; Demirci, B.; Tabanca, N.; Özek, T.; Gören, N., *Composition of the essential oils of Tanacetum armenum (DC.) Schultz Bip., T. balsamita L., T. chiliophyllum (Fisch. Mey.) Schultz Bip. var. chiliophyllum and T. haradjani (Rech. fil.) Grierson and the enantiomeric distribution of camphor and carvone*, Flavour Fragr. J., 2001, 16, 3, 195-200. [doi:10.1002/ffj.977]

- 16) Basta, A.; Tzakou, O.; Couladis, M., *The essential oil composition of Phlomis cretica C. Presl*, Flavour Fragr. J., 2006, 21, 5, 795-797. [doi:10.1002/ffj.1717]
- 17) Benkaci-Ali, F.; Baaliouamer, A.; Meklati, B.Y.; Chemat, F., *Chemical composition of seed essential oils from Algerian Nigella sativa extracted by microwave and hydrodistillation*, Flavour Fragr. J., 2007, 22, 2, 148-153. [doi:10.1002/ffj.1773] [all data]
- 18) bin Jantan, Yalvema, et al., 2005  
bin Jantan, I.; Yalvema, M.F.; Ahmad, N.W.; Jamal, J.A., *Insecticidal activities of the leaf oils of eight Cinnamomum species against Aedes aegypti and Aedes albopictus*, Pharm. Biol., 2005, 43, 6, 526-532. [doi:10.1080/13880200500220771]
- 19) Bisio, A.; Ciarallo, G.; Romussi, G.; Fontana, N.; Mascolo, N.; Capasso, R.; Biscardi, D., *Chemical Composition of Essential Oils from some Salvia species*, Phytother. Res., 1998, 12, S1, s117-s120. [doi:10.1002/(SICI)1099-1573(1998)12:1+3.0.CO;2-2]
- 20) Blanc, M. Muselli, A. Bradesi, P. Casanova, J. Chemical composition and variability of the essential oil of *Inula graveolens* from Corsica. 2004. DOI: 10.1002/ffj.1304.
- 21) Boulila, A. Bajaoui, A. Messaoud, Ch. Boussaid, M. 2008. Variation of volatiles in Tunisian Populations of *teucrium polium* (LAMIACEAE)
- 22) Bousaada, O.; Ammar, S.; Saidana, D.; Chriaa, J.; Chraif, I.; Daami, M.; Helal, A.N.; Mighri, Z., *Chemical composition and antimicrobial activity of volatile components from capitula and aerial parts of Rhaponticum acaule DC growing wild in Tunisia*, Microbiol. Res., 2008, 163, 1, 87-95. [doi:10.1016/j.micres.2007.02.010]
- 23) Brophy, J. Goldsack R. Forster G. Essential Oils from the Leaves of the Australian Species of *Palmeria* (Monimiaceae). 2004. DOI:10.1080/10412905.2004.9698730
- 24) Caballi, J. Tomi, F. Bernardini, A. Casanova, J. Chemical variability of the essential oil of *Helichrysum faradifani* Sc. Ell. from Madagascar . 2005. DOI: 10.1002/ffj.1531
- 25) Capetanos, C.; Saroglou, V.; Marin, P.D.; Simic, A.; Skaltsa, H.D., *Essential oil analysis of two endemic Eringium species from Serbia*, J. Serb. Chem. Soc., 2007, 72, 10, 961-965. [doi:10.2298/JSC0710961C]
- 26) Casiglia, S. Bruno, M. Scandolera, E. Senatore, F. Senatore, F. 2005. Influence of harvesting time on composition of the essential oil of *Thymus capitatus* (L.) Hoffmanns. & Link. growing wild in northern Sicily and its activity on microorganisms affecting historical art crafts. doi:10.1016/j.arabjc.2015.05.017
- 27) Cheraif, I.; Ben Jannet, H.; Hammami, M.; Khouja, M.L.; Mighri, Z., *Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of Cupressus arizonica Greene*, Biochem. Syst. Ecol., 2007, 35, 12, 813-820. [doi:10.1016/j.bse.2007.05.009]
- 28) Chokeprasert P.; Charles A.L.; Sue K.H.; Huang T.C., *Volatile components of the leaves, fruits and seeds of wampee [Clausena lansium (Lour.) Skeels]*, J. Food Comp. Anal., 2007, 20, 1, 52-56. [doi:10.1016/j.jfca.2006.07.002]
- 29) Couladis, M.; Baziou, P.; Petrakis, P.V.; Harvala, C., *Essential oil composition of Hypericum perforatum L. growing in different locations in Greece*, Flavour Fragr. J., 2001, 16, 3, 204-206. [doi:10.1002/ffj.979]
- 30) Cui, J.; Yang, X.; Dong, A.-J.; Cheng, D.-Y.; Wang, J.; Zhao, H.-T.; Xu, R.-B.; Wang, P.; Li, W.-J., *Chemical composition and antioxidant activity of Wuphorbia fischeriana essential oil from China*, J. Med. Plants Res., 2011, 5, 19, 4894-4798.
- 31) Demetzos, C.; Angelopoulou, D.; Perdetzoglou, D., *A comparative study of the essential oils of Cistus salviifolius in several populations of Crete (Greece)*, Biochem. Syst. Ecol., 2002, 30, 7, 651-665. [doi:10.1016/S0305-1978(01)00145-4] [all data]
- 32) Demirci, B. Baser, K. Tumen, G. Composition of the essential oil of *Salvia aramiensis* Rech. fil. growing in Turkey. 2011. DOI: 10.1002/ffj.1027
- 33) Demirci, F. Guven, K. Demirci, B. Dadandi, M. Baser, K. 2007. Antibacterial activity of two *Phlomis* essential oils against food pathogens.

- 34) Dogan, E. Duman, H. Baser, K. 2006. Essential oil composition of *Seseli resinosum* Freyn et Sint. And *Seseli tortuosum* L. from Turkey.
- 35) Duman, H.; Kartal, M.; Altun, L.; Demirci, B.; Baser, K.H.C., *The essential oil of Stachys laetivirens Kotschy Boiss. ex Rech. fil., endemic in Turkey*, Flavour Fragr. J., 2005, 20, 1, 48-50. [doi:10.1002/ffj.1362]
- 36) El-Ghorab, A.H.; Fadel, H.M.; El-Massry, K.F., *The Egyptian Eucalyptus camaldulensis var. brevisrostris: chemical compositions of the fruit volatile oil and antioxidant activity*, Flavour Fragr. J., 2002, 17, 4, 306-312. [doi:10.1002/ffj.1085] [all data]
- 37) Eom S.H.; Yang H.S.; Weston L.A., *An evaluation of the allelopathic potential of selected perennial groundcovers: Foliar volatiles of catmint (Nepeta x faassenii) inhibit seedling growth*, J. Chem. Ecol., 2006, 32, 8, 1835-1848. [doi:10.1007/s10886-006-9112-1]
- 38) Essential Oil Monzotea, L. Hillb, G. Cuellar, A. Scullc, R. Setze, W. Chemical Composition and Anti-proliferative Properties of *Bursera graveolens*. 2012.
- 39) *Essential oils of Baccharis salicifolia, B. latifolia and B. dracunculifolia*, Phytochemistry, 1995, 38, 2, 381-389. [doi:10.1016/0031-9422(94)00628-7] [all data]
- 40) Feng, T.; Cui, J.-J.; Xiao, Z.-B.; Tian, H.-X.; Yi, F.-P.; Ma, X., *Chemical composition of essential oil from the peel of Chinese Torreya grandis Frt*, Org. Chem. International, 2011, 2011, 1-5. [doi:10.1155/2011/187372]
- 41) Feng, T.; Zhuang, H.; Ye, R.; Jin, Z.; Xu, X.; Xie, Z., *Analysis of volatile compounds of Mesona Blumes gum/rice extrudates via GC-MS and electronic nose*, Sensors and Actuators B: Chemical, 2011, 160, 1, 964-973. [doi:10.1016/j.snb.2011.09.013]
- 42) Ferretti, G.; Maggi, F.; Tirillini, B., *Essential oil composition of Hypericum richeri Vill. from Italy*, Flavour Fragr. J., 2005, 20, 3, 295-298. [doi:10.1002/ffj.1412]
- 43) Flamini, G.; Cioni, P.L.; Morelli, I.; Maccioni, S.; Baldini, R., *Phytochemical typologies in some populations of Myrtus communis L. on Caprione Promontory (East Liguria, Italy)*, Food Chem., 2004, 85, 4, 599-604. [doi:10.1016/j.foodchem.2003.08.005]
- 44) Formisano, C. Mignola, E. Rigano, D. Senatore, F. Bellone, G. Bruno, M. Roselli, S. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from aerial parts of *Micromeria fruticulosa* (Bertol.) Grande (Lamiaceae) growing wild in Southern Italy. 2007. DOI: 10.1002/ffj.1795
- 45) Formisano, C. Rigano, D. Piozzi, F. Arnold, NA. Senatore, F. Volatile constituents of *Stachys palaestina* L. (Palestine woundwort) growing in Lebanon. 2014. doi: 10.1080/14786419.2014.934240.
- 46) Formisano, C.; Rigano, D.; Napolitano, F.; Senatore, F.; Arnold, N.A.; Piozzi, F.; Rosselli, S., *Volatile constituents of Calamintha ariganifolia Boiss. growing wild in Lebanon*, Natural Product Communications, 2007, 2, 12, 1253-1256.
- 47) Frizzo, C.D.; Serafini, L.A.; Dellacassa, E.; Lorenzo, D.; Moyna, P., *Essential oil of Baccharis uncinella DC. from Southern Brazil*, Flavour Fragr. J., 2001, 16, 4, 286-288. [doi:10.1002/ffj.998]
- 48) Frizzo, D. Sefarini, A. Laguna, S. Cassel, E. Lorenzo, D. Dellacassa, A. 2008 Essential oil variability in *Baccharis uncinella* DC. And *Baccharis dracunculifolia* DC. Growin wil in southern Brazil, Bolivia and Uruguay
- 49) Gkinis, G.; Tzakou, O.; Iliopoulou, D.; Roussis, V., *Chemical Composition and Biological Activity of Nepeta parnassica Oils and Isolated Nepetalactones*, Z. Naturforsch. C., 2003, 58, 681-686.
- 50) Gohari, A.R.; Hadjiakhoondi, A.; Sadat-Ebrahimi, E.; Saeidnia, S.; Shafiee, A., *Composition of the volatile oils of Satureja spicigera C. Koch Boiss. and S. macrantha C. A. Mey from Iran*, Flavour Fragr. J., 2006, 21, 2, 348-350. [doi:10.1002/ffj.1642] [all data]
- 51) Grujic-Jovanovic, S.; Skaltsa, H.D.; Marin, P.; Sokovic, M., *Composition and antibacterial activity of the essential oil of six Stachys species from Serbia*, Flavour Fragr. J., 2004, 19, 2, 139-144. [doi:10.1002/ffj.1275]



- 52) Grzeszczuk, M.; Wesolowska, A.; Jadczyk, D.; Jakubowska, B., *Nutritional value of Chili edible flowers*, Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 2011, 10, 2, 85-94.
- 53) Hachicha, S.F.; Skanji, T.; Barrek, S.; Ghrabi, Z.G.; Zarrouk, H., *Composition of the essential oil of Teucrium ramosissimum Desf. (Lamiaceae) from Tunisia*, Flavour Fragr. J., 2007, 22, 2, 101-104. [doi:10.1002/ffj.1764]
- 54) Hamm, S.; Bleton, J.; Tchaplal, A., *Head-space solid phase microextraction for screening for the presence of resins in Egyptian archaeological samples*, J. Sep. Sci., 2004, 27, 3, 235-243. [doi:10.1002/jssc.200301611]
- 55) Hazzit, M.; Baaliouamer, A.; Faleiro, M.L.; Miguel, M.G., *Composition of the Essential Oils of Thymus and Origanum Species from Algeria and Their Antioxidant and Antimicrobial Activities*, J. Agric. Food Chem., 2006, 54, 17, 6314-6321. [doi:10.1021/jf0606104]
- 56) Jalali-Heravi, M.; Zekavat, B.; Sereshti, H., *Characterization of essential oil components of Iranian geranium oil using gas chromatography-mass spectrometry combined with chemometric resolution techniques*, J. Chromatogr. A, 2006, 1114, 1, 154-163. [doi:10.1016/j.chroma.2006.02.034] [all data]
- 57) Javidnia, K.; Miri, R.; Mehregan, I.; Sadeghpour, H., *Volatile constituents of the essential oil of Nepeta ucrainica L. ssp. kopetdaghensis from Iran*, Flavour Fragr. J., 2005, 20, 2, 219-221. [doi:10.1002/ffj.1381]
- 58) Jemai, MB1. Chaabane, S. Senatore, F. Bruno, M. Kchouk, ME. Studies on the antioxidant activity of the essential oil and extract of Tunisian Tetraclinis articulata (Vahl) Mast. (Cupressaceae). 2012. doi: 10.1080/14786419.2012.717289.
- 59) Juliani, H.R.; Zygodlo, J.A.; Scriveranti, R.; de la Sota, E.; Simon, J.E., *The essential oil of Anemia tomentosa (Savigny) Sw. var. anthriscifolia (Schrad.) Mickel*, Flavour Fragr. J., 2004, 19, 6, 541-543. [doi:10.1002/ffj.1341] [all data]
- 60) Karamenderes, C. Demirsi, B. Baser, H. Composition of Essential Oils of Ten Centaurea L. Taxa from Turkey. 2008. DOI:10.1080/10412905.2008.9700027.
- 61) Karioti, A.; Hadjipavlou-Litina, D.; Mensah, M.L.K.; Fleischer, T.C.; Skaltsa, H., *Composition and antioxidant activity of the essential oils of Xylopiya aethiopica (Dun) A. Rich. (Annonaceae) leaves, stem bark, root bark, and fresh and dried fruits, growing in Ghana*, J. Agric. Food Chem., 2004, 52, 26, 8094-8098. [doi:10.1021/jf040150j]
- 62) Kaya, A. Baser, K. Tumen, G. Koca, F. The essential oil of *Acinos suaveolens* (Sm.) G. Don fil. *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy and *Acinos rotundifolius* Pers. growing wild in Turkey. 1999. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1026(199901/02)14:1<60::AID-FFJ785>3.0.CO;2-0
- 63) Kucukbay, F. Kuyumcu, E. Bilenler, T. Bayram, Y. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Achillea cretica* L. (Asteraceae) from Turkey.
- 64) Kundakovic, T.; Fokialakis, N.; Kovacevic, N.; Chinou, I., *Essential oil composition of Achillea lingulata and A. umbellata*, Flavour Fragr. J., 2007, 22, 3, 184-187. [doi:10.1002/ffj.1778]
- 65) Lassak, E. Brophy, J. The Steam-Volatile Oil of Commercial "Almaciga" Resin (*Agathis philippinensis* Warb.) from the Philippines. 2008. DOI: 10.1080/0972060X.2008.10643679
- 66) Le Quere, J.-L.; Latrasse, A., *Composition of the Essential Oils of Blackcurrant Buds (Ribes nigrum L.)*, J. Agric. Food Chem., 1990, 38, 1, 3-10. [doi:10.1021/jf00091a001]
- 67) Lesueur, D. Bighelli, A. Casanova, J. Composition of the Essential Oil of *Piper bavinum* C. DC. from Vietnam. 2009. DOI:10.1080/10412905.2009.9700095.
- 68) Lima, G.M.; Quintans-Junior, L.J.; Thomazzi, S.M.; Almeida, E.M.S.A.; Melo, M.S.; Serafini, M.R.; Cavalcanti, S.C.H.; Gelain, D.P.; Santos, J.P.A.; Blank, A.F.; Alves, P.B.; Neta, P.M.O.; Lima, J.T.; Rocha, R.F.; Moreira, J.C.F.; Araujo, A.A.S., *Phytochemical screening, antinociceptive and anti-inflammatory activities of Chrysopogon zizanioides essential oil*, Braz. J. Pharmacognosy, 2011, 1-8.

- 69) Limberger, R.P.; Simões-Pires, C.; Sobral, M.; Menu, C.; Bessiere, J.-M.; Henriques, A.T., Essential oils from some Myrceugenia species (Myrtaceae), Flavour Fragr. J., 2002, 17, 5, 341-344. [doi:10.1002/ffj.1113]
- 70) Loizzo, M. Jemia, M. Senatore, F. Bruno, M. 2013. Chemistry and functional properties in prevention of neurodegenerative disorders of five Cistus species essential oils.
- 71) Maggio A, Venditti A, Senatore F, Bruno M, Formisano C. Chemical composition of the essential oil of *Jacobaea maritima* (L.) Pelsler & Meijden and *Jacobaea maritima* subsp. *bicolor* (Willd.) B. Nord. & Greuter (Asteraceae) collected wild in Croatia and Sicily, respectively. 2015. doi: 10.1080/14786419.2014.991928
- 72) Maggio, A. Bruno, M. Spadaro, A. Scialaba, A. Senatore, F. Oliviero, F. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oils from *Pimpinellatragium* Vill. subsp. *glauca* (C. Presl.) C. Brullo & Brullo (Apiaceae) growing wild in Sicily. 2013. doi: 10.1080/14786419.2013.841688
- 73) Maia, J.G.S.; Andrade, E.H.A.; da Silva, A.C.M.; Oliveira, J.; Carreira, L.M.M.; Araújo, J.S., Leaf volatile oils from four Brazilian Xylopia species, Flavour Fragr. J., 2005, 20, 5, 474-477. [doi:10.1002/ffj.1499]
- 74) Maia, J.G.S.; Andrade, E.H.A.; Zoghbi, M.G.B., Volatile constituents of the leaves, fruits and flowers of cashew ( Anacardium occidentaleL.), J. Food Comp. Anal., 2000, 13, 3, 227-232.
- 75) Mancini, E.; Arnold, N.A.; De Martino, L.; De Feo, V.; Formisano, C.; Rigano, D.; Senatore, E., Chemical composition and phytotoxic effects of essential oils of Salvia hierosolymitana Boiss. and Salvia multicaulis Vahl. var. simplicifolia Boiss. growing wild in Lebanon, Molecules, 2009, 14, 11, 4725-4736. [doi:10.3390/molecules14114725]
- 76) Mardarowicz, M.; Wianowska, D.; Dawidowicz, A.L.; Sawicki, R., The influence of sample treatment on SPME extracts from conifers. I. Comparison of terpene composition in Engelmann Spruce (Picea engelmannii) using hydrodistillation, SPME and PLE, Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin - Polonia, 2004, 59, 3, 25-42.
- 77) Marongiu, B.; Piras, A.; Porcedda, S.; Scorciapino, A., Chemical composition of the essential oil and supercritical CO<sub>2</sub> extract of Commiphora myrrha (Nees) Engl. and of Acorus calamus L., J. Agric. Food Chem., 2005, 53, 20, 7939-7943. [doi:10.1021/jf051100x]
- 78) Marongiu, B.; Porcedda, S.; Porta, G.D.; Reverchon, E., Extraction and isolation of Salvia desoleana and Mentha spicata subsp. insularis essential oils by supercritical CO<sub>2</sub>, Flavour Fragr. J., 2001, 16, 5, 384-388. [doi:10.1002/ffj.1021] [all data]
- 79) Marongiu, B.; Piras, A.; Porcedda, S.; Tuveri, E.; Maxia, A., Isolation of Seseli bocconi Guss. volatile oil by supercritical carbon dioxide extraction, Natural Product Research, 2006, 20, 9, 820-826. [doi:10.1080/14786410500364684]
- 80) Maronigiu, B.; Piras, A.; Porcedda, S.; Tuveri, E., Extraction of Santalum album and Boswellia carterii Birdw. volatile oil by supercritical carbon dioxide: influence of some process parameters, Flavour Fragr. J., 2006, 21, 4, 718-724. [doi:10.1002/ffj.1718]
- 81) Merle, H. Verdegue, M. Blazquez, M. Boira, H. Chemical composition of the essential oils from *Eriocephalus africanus* L. var. *africanus* populations growing in Spain. 2007. DOI: 10.1002/ffj.1821
- 82) Mevy, J.P.; Bousquet-Melou, A.; Greff, S.; Millogo, J.; Fernandez, C., Chemical composition of the volatile oil of Laggera aurita Schulz from Burkina-Faso, Biochem. Syst. Ecol., 2006, 34, 11, 815-818. [doi:10.1016/j.bse.2006.06.005]
- 83) Millazawa, M. Tamura, N. 2007. Components of the essential oil from sprouts of *Polugonum hydropiper* L. ("Benitade")
- 84) Moreno, P.R.H.; Lima, M.E.L.; Sobral, M.; Young, M.C.M.; Cordeiro, I.; Apel, M.A.A.; Limberger, R.P.; Henriques, A.T., Essential oil composition of fruit colour varieties of Eugenia brasiliensis Lam., Sci. Agr.; (Piracicaba Praz.), 2007, 64, 4, 428-432. [all data]

- 85) Moronkola, D.O.; Ogunwande, I.A.; Walker, T.M.; Setzer, W.N.; Oyewole, I.O., *Identification of the main volatile compounds in the leaf and flower of Tithonia diversifolia (Hemsl) Gray*, J. Nat. Med., 2007, 61, 1, 63-66. [doi:10.1007/s11418-006-0019-5]
- 86) Narain, N.; Galvao, M. deS.; Ferreira, D.DaS.; Navarro, D.M.A.F., *Flavor biogenesis in Mangaba (Hancornia speciosa Gomes) fruit*, BioEng. Campinas, 2007, 1, 1, 25-31.
- 87) Ning, H.; Zheng, F.; Sun, B.; Xie, J.; Liu, Y., *Solvent-free microwave extraction of essential oil from Zanthoxylum bungeanum Maxim.*, Food Environ. Ind. (Chinese), 2008, 34, 5, 179-184.
- 88) Niu, L. Bao, J. Zhao, L. Zhan, Y. Odor Properties and Volatile Compounds Analysis of *Torreya grandis* Aril Extracts. 2011. DOI:10.1080/10412905.2011.9700461.
- 89) Noorizadeh, H.; Farmany, A., *Exploration of linear and nonlinear modeling techniques to predict of retention index of essential oils*, J. Chin. Chem. Soc., 2010, 1268-1277.
- 90) Noudogbessi, J.-P.; Yedomonhan, P.; Sohounhloue, D.C.K.; Chalchat, J.-C.; Figueredo, G., *Chemical composition of essential oil of syzygium guineense (Willd.) DC. var. guineense (Myrtaceae) from Benin*, Rec. Nat. Prod., 2008, 33-38.
- 91) Ozek, G. Suleimen, Y. Tabanca, N. 2014. Chemical diversity and biological activity of the volatiles of five Artemisia Species from far east Russia.
- 92) Palmeira, S.F., Jr.; Moura, F.S.; Alves, V.L.; de Oliveira, F.M.; Bento, E.S.; Conserva, L.M.; Andrade, E.H.A., Neutral components from hexane extracts of *Croton sellowii*, Flavour Fragr. J., 2004, 19, 1, 69-71. [doi:10.1002/ffj.1298]
- 93) Pavlovic, M.; Petrovic, S.; Ristic, M.; Maksimovic, Z.; Kovacevic, N., *Essential oil of filipendula hexapetala*, Chem. Natural Compounds, 2007, 43, 2, 228-229. [doi:10.1007/s10600-007-0088-z]
- 94) Pavlovic, M.; Tzakou, O.; Petrakis, P.V.; Couladis, M., *The essential oil of Hypericum perforatum L., Hypericum tetrapterum Fries and Hypericum olympicum L. growing in Greece*, Flavour Fragr. J., 2006, 21, 1, 84-87. [doi:10.1002/ffj.1521]
- 95) paz Lima, M.; Silva, T.M.D.; da Silva, J.D.; Zoghbi, M.G.B.; Andrade, E.H.A., *Essential oil composition of leaf and fine stem of Aniba canelilla (Kunth) Mez from Manaus, Brazil.*, Acta Amazonica, 2004, 34, 2, 329-330. [doi:10.1590/S0044-59672004000200019] [all data]
- 96) Piasenzotto, L.; Gracco, L.; Conte, L., *Solid phase microextraction (SPME) applied to honey quality control*, J. Sci. Food Agric., 2003, 83, 10, 1037-1044. [doi:10.1002/jsfa.1502]
- 97) Quijano, C.E.; Linares, D.; Pino, J.A., *Changes in volatile compounds of fermented cereza agria [Phyllanthus acidus (L.) Skeels] fruit*, Flavour Fragr. J., 2007, 22, 5, 392-394. [doi:10.1002/ffj.1810]
- 98) Roscigno, G., Estrazione supercritica di principi farmaceutici e biopesticidi, Tesi di Laurea, Università degli Studi di Salerno, Salerno, Italy, 1998, 121. [all data]
- 99) Ruiz, S. Malagon, O. Valarezo, E. Composition of the Essential Oils of *Artemisia sodiroi* Hieron., *Siparuna eggersii* Hieron., *Tagetes filifolia* Lag. and *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze from Loja Ecuador. 2010. DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643879
- 100) Salido, S.; Altarejos, J.; Noguerras, M.; Sánchez, A.; Pannecouque, C.; Witvrouw, M.; De Clercq, E., *Chemical studies of essential oils of Juniperus oxycedrus ssp. badia*, J. Ethnopharmacol., 2002, 81, 1, 129-134. [doi:10.1016/S0378-8741(02)00045-4]
- 101) Sandasi, M. Kamatou, G. Viljoen, A. 2011. Chemotaxonomic evidence suggests that *Eriocephalus tenuifolius* is the source of Cape chamomile oil and not *Eriocephalus punctulatus*
- 102) Saraglou, V. Dorizas, N. Kyriotakis, Z. Skaltza, H. 2006. Analysis of the essential oil composition of eight *Anthemis* species from Greece.
- 103) Saraglou, V. Marin, P. Rancic, A. Viljic, M. Stalka, H. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of six *Hypericum* species from Serbia. 2007. doi:10.1016/j.bse.2006.09.009

- 104) Senatore, F.; Apostolides Arnold, N.; Piozzi, F., *Chemical composition of the essential oil of *Salvia multicaulis* Vahl. var. *simplicifolia* Boiss. growing wild in Lebanon*, J. Chromatogr. A, 2004, 1052, 1-2, 237-240. [doi:10.1016/j.chroma.2004.08.095]
- 105) Senatore, F.; Urrunaga Soria, E.; Urrunaga Soria, R.; Porta, G.D.; de Feo, V., *Essential oil from two peruvian *Satureja* species*, Flavour Fragr. J., 1998, 13, 1, 1-4. [doi:10.1002/(SICI)1099-1026(199801/02)13:1<1::AID-FFJ672>3.0.CO;2-4] [all data]
- 106) Senatore, F.; Urrunaga Soria, E.; Urrunaga Soria, R.; Porta, G.D.; Taddeo, R.; de Feo, V., *Essential oil of *Eremocharis triradiata* (Wolff.) Johnston (Apiaceae) growing wild in Perú*, Flavour Fragr. J., 1997, 12, 4, 257-259. [doi:10.1002/(SICI)1099-1026(199707)12:4<257::AID-FFJ645>3.0.CO;2-4] [all data]
- 107) Sharififar, F.; Mozaffarian, V.; Moradkhani, S., *Comparison of antioxidant and free radical scavenging activities of the essential oils from flowers and fruits of *Otostegia persica* Boiss.*, Pakistan J. Biol. Sci., 2007, 10, 21, 3895-3899. [doi:10.3923/pjbs.2007.3895.3899]
- 108) Shimizu, Y.; Imayoshi, Y.; Kato, M.; Maeda, K.; Iwabuchi, H.; Shimomura, K., *Volatiles from leaves of field-grown plants and shoot cultures of *Gynura bicolor* DC*, Flavour Fragr. J., 2009, 24, 5, 251-258. [doi:10.1002/ffj.1938]
- 109) Shoko, T. Saka, J. Apotolides, Z. 2013. *Headspace volatiles of the edible fruit pulp of *Parinari curatellifolia* growing in Malawi using solid phase microextraction*
- 110) Siani, A.C.; Garrido, I.S.; Monteiro, S.S.; Carvalho, E.S.; Ramos, M.F.S., *Protium icicariba as a source of volatile essences*, Biochem. Syst. Ecol., 2004, 32, 5, 477-489. [doi:10.1016/j.bse.2003.11.003] [all data]
- 111) Siani, A.C.; Ramos, M.F.S.; Menezes-de-Lima, O., Jr.; Ribeiro-dos-Santos, R.; Fernandez-Ferreira, E.; Soares, R.O.A.; Rosas, E.C.; Susunaga, G.S.; Guimarães, A.C.; Zoghbi, M.G.B.; Henriques, M.G.M.O., *Evaluation of anti-inflammatory-related activity of essential oils from the leaves and resin of species of *Protium**, J. Ethnopharmacol., 1999, 66, 1, 57-69. [doi:10.1016/S0378-8741(98)00148-2]
- 112) Silva, W.L.; Doria, G.A.A.; Maia, R.T.; Nunes, R.S.; Carvalho, G.A.; Blank, A.F.; Alves, P.B.; Marcal, R.M.; Cavalcanti, S.C.H., *Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides*, Bioresource Technol., 2008, 99, 8, 3251-3255. [doi:10.1016/j.biortech.2007.05.064]
- 113) Skaltsa, H.D.; Demetzos, C.; Lazari, D.; Sokovic, M., *Essential oil analysis and antimicrobial activity of eight *Stachys* species from Greece*, Phytochemistry, 2003, 64, 3, 743-752. [doi:10.1016/S0031-9422(03)00386-8]
- 114) Skaltsa, H.D.; Mavrommati, A.; Constantinidis, T., *A chemotaxonomic investigation of volatile constituents in *Stachys* subsect. *Swainsonianae* (Labiatae)*, Phytochemistry, 2001, 57, 2, 235-244. [doi:10.1016/S0031-9422(01)00003-6] [all data]
- 115) Stashenko, E.E.; Cervantes, M.; Combariza, Y.; Martínez, J.R., *HRGC-FID-MSD Analysis of the Secondary Metabolites Obtained by Different Extraction Methods from *Lepechinia schiedeana*, and Evaluation of its Antioxidant Activity in vitro* in 20th International Symposium on Capillary Chromatography, 1998, 1-11.
- 116) Stashenko, E.E.; Jaramillo, B.E.; Martínez, J.R., *Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia verbenaceae*, Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat., 2003, 27, 105, 579-597.
- 117) Tajuddin, S. Yusoff, M. *Chemical composition of volatile oils of *Aquilaria malaccensis* (Thymelaeaceae) from Malaysia*. 2010.
- 118) Tepe, B.; Askin Akpulat, H.; Sokmen, M.; Daferera, D.; Yumrutas, O.; Aydin, E.; Polissiou, M.; Sokmen, A., *Screening of the antioxidative and antimicrobial properties of the essential oils of *Pimpinella anisetum* and *Pimpinella flabellifolia* from Turkey*, Food Chem., 2006, 97, 4, 719-724. [doi:10.1016/j.foodchem.2005.05.045]

- 119) Tigrine-Kordiani, N.; Meklati, B.Y.; Chemat, F., *Abalysis by gas chromatography - mass spectrometry of the essential oil of Zygophyllum album L., an aromatic and medicinal plant growing in Algeria*, Int. J. Aromatherapy, 2006, 16, 3-4, 187-191. [doi:10.1016/j.ijat.2006.09.008]
- 120) Tsiri, D.; Kretsi, O.; Chinou, I.B.; Spyropoulos, C.G., *Composition of fruit volatiles and annual changes in the volatiles of leaves of Eucalyptus camaldulensis Dehn. growing in Greece*, Flavour Fragr. J., 2003, 18, 3, 244-247. [doi:10.1002/ffj.1220]
- 121) Tuberoso, C.I.G.; Kowalczyk, A.; Coroneo, V.; Russo, M.T.; Dessì, S.; Cabras, P., *Chemical Composition and Antioxidant, Antimicrobial, and Antifungal Activities of the Essential Oil of Achillea ligustica All.*, J. Agric. Food Chem., 2005, 53, 26, 10148-10153. [doi:10.1021/jf0518913]
- 122) Tzakou, O.; Bazos, I.; Yannitsaros, A., *Volatile metabolites of Pistacia atlantica Desf. from Greece*, Flavour Fragr. J., 2007, 22, 5, 358-362. [doi:10.1002/ffj.1805]
- 123) Tzakou, O.; Couladis, M.; Slavkovska, V.; Mimica-Dukic, N.; Jancic, R., *The essential oil composition of Salvia brachyodon Vandas*, Flavour Fragr. J., 2003, 18, 1, 2-4. [doi:10.1002/ffj.1132]
- 124) Tzakou, O.; Harvala, C.; Galati, E.M.; Sanogo, R., *Essential oil composition of Nepeta argolica Borey et Chaub. subsp. argolica*, Flavour Fragr. J., 2000, 15, 2, 115-118. [doi:10.1002/(SICI)1099-1026(200003/04)15:2<115::AID-FFJ877>3.0.CO;2-9] [all data]
- 125) Vagionas, Ngassapa, et al., 2007 Vagionas, K.; Ngassapa, O.; Runyoro, D.; Graikou, K.; Gortzi, O.; Chinou, I., *Chemical analysis of edible aromatic plants growing in Tanzania*, Food Chem., 2007, 105, 4, 1711-1717. [doi:10.1016/j.foodchem.2007.05.029]
- 126) Valarezo, E. Catillo, A. Guaya, D. Morocho, V. Malagón, O. 2012. *Chemical composition of essential oils of two species of the Lamiaceae family: Scutellaria volubilis and Lepechinia paniculata from Loja, Ecuador.*
- 127) Vallejo, M. Majour, L. Guerra, L. Burillo, J. Gonzalez, M. Peñate, R. Andres, L. Guitierrez, J. *Chemical composition and biological activities of the essential oils of Salvia canariensis*. 2005. DOI: 10.1002/ffj.1583
- 128) Viegas, M.C.; Bassoli, D.G., *Utilizacao do indice de retencao linear para caracterizacao de compostos volateis em cafe soluvel utilizando GC-MS e coluna HP-Innowax*, Quim. Nova, 2007, 30, 8, 2031-2034. [doi:10.1590/S0100-40422007000800040]
- 129) Viña, A.; Murillo, E., *Essential oil composition from twelve varieties of basil (Ocimum spp) grown in Columbia*, J. Braz. Chem. Soc., 2003, 14, 5, 744-749. [doi:10.1590/S0103-50532003000500008]
- 130) Wang, P.; Kong, C.H.; Zhang, C.X., *Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Ambrosia trifida L.*, Molecules, 2006, 11, 7, 549-555. [doi:10.3390/11070549]
- 131) Wyllie, S.G.; Cook, D.; Brophy, J.J.; Richter, K.M., *Volatile flavor components of Annona atemoya (custard apple)*, J. Agric. Food Chem., 1987, 35, 5, 768-770. [doi:10.1021/jf00077a029]
- 132) Xian, Q.-M.; Chen, H.-D.; Zou, H.-H., *Allelopathic activity of volatile substance from submerged macrophytes on Microcystin aeruginosa*, Acta Ecologica Sinica, 2006, 26, 11, 3549-3554. [doi:10.1016/S1872-2032(06)60054-1]
- 133) Yu, E.J.; Kim, T.H.; Kim, K.H.; Lee, H.J., *Characterization of aroma-active compounds of Abies nephrolepis (Khingan fir) needles using aroma extract dilution analysis*, Flavour Fragr. J., 2004, 19, 1, 74-79. [doi:10.1002/ffj.1314] [all data]
- 134) Zoghbi, M.G.B.; Andrade, E.H.A.; Maia, J.G.S., *Volatile constituents from leaves and flowers of Alpinia speciosa K. Schum. and A. purpurata (Viell.) Schum.*, Flavour Fragr. J., 1999, 14, 6, 411-414. [doi:10.1002/(SICI)1099-1026(199911/12)14:6<411::AID-FFJ854>3.0.CO;2-U]