



**UTPL**  
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

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

**ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

**MAGISTER EN QUÍMICA APLICADA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Caracterización química de los aceites esenciales obtenidos de *Melinis minutiflora* y *Lantana cámara*.

**Autor:** Vacacela Ajila, Wilmer Augusto

**Director:** Ramírez Robles, Jorge Yandry

LOJA – ECUADOR

2020



*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>*

2020

## Aprobación del director del trabajo de titulación

Loja, 02 de septiembre de 2020

Ph.D. Jorge Yandry Ramírez Robles  
Coordinador(a) de Titulación o programa de posgrado  
Ciudad.-

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado: Caracterización química de los aceites esenciales obtenidos de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*; realizado por Wilmer Augusto Vacacela Ajila, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta antiplagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Jorge Yandry Ramírez Robles  
C.I: 1103536411

### Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Wilmer Augusto Vacacela Ajila, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor(a) del Trabajo de Titulación denominado: Caracterización Química de los Aceites Esenciales Obtenidos de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*, de la Titulación o programa de Maestría en Química Aplicada, específicamente de los contenidos comprendidos en: Introducción, Capítulo uno: marco teórico, materiales y métodos, resultados y discusión, Conclusiones y Recomendaciones, siendo Jorge Yandry Ramírez Robles, director del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Firma: .....

Autor: Wilmer Augusto Vacacela Ajila

C.I.: 1103307391

### **Dedicat3ria**

Con todo mi amor, dedico este trabajo a Dios y a la Virgen de El Cisne, por regalarme la vida y salud, por ser la luz y mi fortaleza.

A mi amada esposa, por su amor, comprensi3n y apoyo incondicional para poder culminar con 3xito el presente trabajo.

A mis adorados hijos Mar3a Augusta (+) y Juan Andr3s, quienes son la raz3n de mi vida.

A mis padres y hermanos, por sus consejos y palabras de aliento para salir adelante, su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir.

*Wilmer A. Vacacela Ajila*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios y a la Virgen de El Cisne por ser mi fortaleza y guía hacia el camino de la superación.

Mi más sincero reconocimiento y agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, a los y las docentes de la Maestría en Química Aplicada, quienes impartieron sus valiosos conocimientos.

De manera muy especial agradezco al Ph.D. Jorge Yandre Ramírez Robles, en calidad de Director de Tesis, a la Ph.D. Lucía Teresa Guzmán Ordoñez, Codirectora, por sus acertados aportes intelectuales para culminar con éxito el presente trabajo.

A mi adorada esposa, hija (+) e hijo, a mis padres y a mis hermanos, les agradezco de todo corazón, por ser quienes me ayudaron en todo momento para que continúe mis estudios.

Un agradecimiento muy profundo para todas las personas, que de una u otra manera me ayudaron en la realización del presente trabajo.

## Índice de Contenidos

Carátula	I
.....	.....
Aprobación del director del trabajo de titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicat6ria	IV
Agradecimiento	V
Índice de Contenidos	VI
Resumen	1
Abstract	2
Introducci6n	3
<b>Capítulo uno: marco te6rico</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Aceites esenciales</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1. Composici6n qu6mica</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2. Usos</b>	<b>7</b>
<b>1.1.3. Formas de obtenci6n</b>	<b>7</b>
<b>1.2. Cromatograf6a de gases</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1. Cromatograf6a de gases acoplado a espectrometr6a de masas (CG/EM)</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2. Cromatograf6a de gases acoplado a un detector de ionizaci6n de la flama (CG/FID)</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Especies en estudio</b>	<b>9</b>
<b>1.3.1. <i>Melinis minutiflora</i></b>	<b>9</b>
<b>1.3.1.1. Clasificaci6n taxon6mica de la especie <i>Melinis minutiflora</i></b>	<b>9</b>
<b>1.3.1.3. G6nero <i>Melinis</i></b>	<b>10</b>
<b>1.3.1.4. Especie <i>Melinis minutiflora</i></b>	<b>11</b>
<b>1.3.2. <i>Lantana camara</i> L.</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2.1. Clasificaci6n taxon6mica de la especie <i>Lantana camara</i></b>	<b>12</b>
<b>1.3.2.2. Familia Verbenaceae</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2.3. G6nero <i>Lantana</i></b>	<b>13</b>
<b>1.3.2.4. Especie <i>Lantana camara</i></b>	<b>13</b>
<b>2. Materiales y m6todos</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Diseño metodol6gico</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1. Recolecci6n del material vegetal</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2. Extracci6n del aceite esencial</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2.1. Determinaci6n del porcentaje de rendimiento</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3. Caracterizaci6n qu6mica del aceite esencial</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3.1. Preparaci6n de las muestras</b>	<b>18</b>
<b>2.1.3.2. T6cnicas de cromatograf6a CG-EM Y CG-FID</b>	<b>18</b>
<b>3. Resultados y discusi6n</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Porcentaje de rendimiento de extracci6n del aceite esencial</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1. Aceite esencial de <i>Melinis minutiflora</i></b>	<b>19</b>

El rendimiento del aceite esencial fue de 0,02 ml/kg, que de acuerdo a la clasificación del organismo de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), sugiere valores de rendimiento de aceite esencial altos cuando estos son superiores a 10 mL/kg, intermedios entre 5 mL/kg y 10 mL/kg, y bajos menos de 5 mL/kg, de tal forma nuestros resultados mostraron un bajo rendimiento de aceite esencial de <i>M. minutiflora</i> .....	19
<b>3.1.2. Aceite esencial de <i>Lantana camara</i></b> .....	19
El rendimiento del aceite esencial fue de 0,07 ml/kg, que de acuerdo a la clasificación del organismo de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), sugiere valores de rendimiento de aceite esencial altos cuando estos son superiores a 10 mL/kg, intermedios entre 5 mL/kg y 10 mL/kg, y bajos menos de 5 mL/kg, de tal forma nuestros resultados mostraron un bajo rendimiento de aceite esencial de <i>L. camara</i> .....	19
<b>3.2. Caracterización química del aceite esencial</b> .....	19
<b>3.2.1. Aceite esencial de <i>Melinis minutiflora</i></b> .....	19
<b>3.2.1.1. Compuestos mayoritarios del aceite esencial de <i>Melinis minutiflora</i></b> .....	20
<b>3.2.2. Aceite esencial de <i>Lantana camara</i></b> .....	26
<b>3.2.2.1. Compuestos mayoritarios de la especie <i>Lantana camara</i></b> .....	31
Conclusiones .....	37
Recomendaciones.....	38
Referencias .....	39
Apéndices .....	54
<b>Apéndice 1:</b> .....	54
<b>Apéndice 2:</b> .....	55

### Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie <i>Melinis minutiflora</i> .....	10
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la especie <i>Lantana camara</i> .....	12
Tabla 3. Composición química del aceite esencial de <i>Melinis minutiflora</i> .....	20
Tabla 4. Composición química del aceite esencial de <i>Lantana camara</i> .....	27

### Índice de Figuras

Figura 1. Métodos de extracción de aceites esenciales .....	8
Figura 2. Especie <i>Melinis minutiflora</i> .....	12
Figura 3. Especie <i>Lantana camara</i> L. ....	14
Figura 4. Esquema metodológico del estudio de los aceites esenciales de <i>L. camara</i> y <i>M. minutiflora</i> .....	15
Figura 5. Mapa de recolección de las especies estudiadas .....	16
Figura 6. Balanza analítica marca SANTORIUS.....	17
Figura 7. Estructura química del 1-tetradecanol .....	21
Figura 8. Estructura química del (E)-Caryophyllene .....	21
Figura 9. Estructura química del Germacrene D.....	22
Figura 10. Estructura química del (E)-Nerolidol .....	23
Figura 11. Estructura química del $\delta$ -cadinene .....	23
Figura 12. Estructura química del $\alpha$ -Humulene.....	24
Figura 13. Estructura química del Viridiflorol .....	25
Figura 14. Estructura química del (Z)- $\beta$ -Farnesene .....	25
Figura 15. Estructura química del (E)-caryophyllene .....	31
Figura 16. Estructura química del Germacrene D.....	32
Figura 17. Estructura química del $\alpha$ -Humulene.....	32
Figura 18. Estructura química del bicyclogermacrene .....	33
Figura 19. Estructura química del $\gamma$ -terpinene .....	33
Figura 20. Estructura química del germacrene D .....	34

## Resumen

En la presente investigación se estudió la composición química de los aceites esenciales de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara* recolectadas en los cantones de Quilanga y Loja, respectivamente, de la provincia de Loja. En el aceite esencial de *Melinis minutiflora* se identificaron 20 compuestos, representando el 93.21% de la composición total del aceite esencial y se identificaron los siguientes compuestos mayoritarios; 1-tetradecanol (16.30%), (E)-caryophyllene (12.44 %), germacrene D (10.99%), (E)-nerolidol (8.28 %),  $\delta$ -cadinene (5.61 %),  $\alpha$ -humulene (5.36 %), viridiflorol (4.78 %) y (Z)- $\beta$ -farnesene (4.76 %). Mientras que en el aceite esencial de *Lantana camara* se identificaron 68 compuestos lo que representa el 96.54% y los compuestos mayoritarios fueron (E)-caryophyllene (15.46%), germacrene D (12.21%),  $\alpha$ -humulene (9.92%), bicyclogermacrene (7.06%),  $\gamma$ -terpinene (5.97%) y germacrene B (4.66%).

**Palabras Claves:** *Melinis minutiflora*, *Lantana camara*, (E)-caryophyllene

### Abstract

In the present investigation, the chemical composition of the essential oil *Melinis minutiflora* and *Lantana camara* collected in the cantons of Quilanga and Loja, respectively, of the province of Loja, was studied. In the essential oil of *Melinis minutiflora* 20 compounds were identified, representing 93.21% of the total composition of the essential oil and the following major compounds were identified; 1-tetradecanol (16.30%), (E)-caryophyllene (12.44%), germacrene D (10.99%), (E) -nerolidol (8.28%),  $\delta$ -cadinene (5.61%),  $\alpha$ -humulene (5.36%), viridiflorol (4.78%) and (Z) - $\beta$ -farnesene (4.76%). While the essential oil of *Lantana camara* were identified 68 compounds that represent the 96.54% and the majority compounds were (E) -caryophyllene (15.46%), germacrene D (12.21%),  $\alpha$ -humulene (9.92%), bicyclogermacrene (7.06%),  $\gamma$  -terpinene (5.97%) and germacrene B (4.66%).

**Key Words:** *Melinis minutiflora*, *Lantana camara*, (E) -caryophyllene

## Introducción

La importancia de las plantas no solo reside en la capacidad de brindar oxígeno y absorber el dióxido de carbono, fundamental para el proceso de fotosíntesis, sino también por brindar principios activos que han ayudado a prevenir y tratar un sinnúmero de enfermedades (García, et al, 2018). Las plantas medicinales presentan dos tipos de metabolitos: Primarios y secundarios. Los metabolitos primarios son productos químicos necesarios para la vida, resultantes del metabolismo vital de todo ser vivo, mientras que los metabolitos secundarios son subproductos de rutas metabólicas normales que ocurren en ciertas especies, siendo particulares dentro de un grupo taxonómico (García, et al, 2018), estas sustancias se producen para proteger a la planta de microorganismos patógenos, repeler insectos plaga, y reducir el apetito de algunos herbívoros al conferirle un sabor desagradable a la planta (Stashenko, 2019; Iriarte del Hoyo P., 2013).

Los aceites esenciales son productos derivados agroindustriales, con alto valor agregado, cuya principal característica distintiva es un olor intenso y muy particular para cada aceite, que depende tanto del tipo de planta de la cual se extrae, como de la composición química, que puede ser variable y es muy compleja. Los aceites esenciales son líquidos de naturaleza aceitosa, volátil, aromática (Stashenko, 2019).

El espectro amplio de actividades biológicas de los aceites esenciales está relacionado con su composición química y esta depende de muchas variables, por ejemplo, la parte de la planta: hojas, flores, frutas, semillas, raíces, cortezas, rizomas, gomas y exudados de oleorresinas, pueden generar aceites de composición diferente, aunque provengan de la misma planta. Es así como los cambios en el clima, el tiempo de la cosecha y el estado de desarrollo de la planta, afectan la composición del aceite esencial. Todos estos factores hacen que la composición de los aceites esenciales pueda variar, aunque estos provengan del mismo cultivo (Stashenko, 2019).

Uno de los problemas graves que afectan la producción ganadera de las zonas tropicales y subtropicales del mundo, es la infestación por parásitos externos, dentro de los

cuales se encuentra la garrapata. Estas pérdidas están representadas en muerte de animales, disminución en la producción de carne y leche, retardo en el crecimiento, daño en las pieles, las cuales pueden perder hasta un 50% de su valor, además de ser transmisores de los protozoarios *B. bovis* y *B. bigemina* agentes causantes de babesiosis (Álvarez J., et al, 1986).

Es conocido en el país el grado de contaminación ambiental que ocasionan los plaguicidas, los cuales se usan indiscriminadamente, afectando así el ambiente, los animales y quienes hacen las aplicaciones. Estos productos no ofrecen garantías para el control completo debido al desarrollo de cepas resistentes como en el caso de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, razón por la que es necesario investigar nuevas posibilidades de control (Hernández, et al., 1987). Con el uso de productos de origen natural se puede contribuir a evitar parte del desequilibrio ecológico y a minimizarlo emprendiendo programas de control alternativo (García L., 2011).

En la búsqueda de alternativas para el control de garrapatas ha surgido el interés científico en el estudio de los aceites esenciales obtenidos de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*, basado en observaciones de campo en el sentido de que los bovinos que pastorean en praderas del pasto *Melinis minutiflora*, presentan niveles muy bajos de infestación por garrapatas, en comparación con potreros vecinos con otro tipo de pasto, donde la infestación es mayor (Martínez S., 2018). En el caso de *Lantana camara* y de acuerdo con bioensayos realizados se ha podido determinar que tiene efectos importantes especialmente sobre *Drosophila melanogaster* (Valdez A., 2018).

La especie *Melinis minutiflora*, aunque es nativa del África del Sur donde se denomina pasto Melazas, se conoció por primera vez en Brasil. En la actualidad esta planta se encuentra ampliamente distribuida en terrenos fértiles y bien drenados, prospera en suelos pobres y crece en alturas comprendidas entre los 200 y 2.500 metros sobre el nivel del mar en climas cálidos y templados (Castañeda de Martin N., 1982). En el caso de *Lantana camara* ha sido ampliamente utilizada en la medicina tradicional para el tratamiento de la malaria, úlceras,

cáncer, presión arterial alta, tétanos, tumores, eczema, cortes, infección catarral, varicela, sarampión, reumatismo, asma y fiebres (Day et al., 2003)

La búsqueda de alternativas para el control de garrapatas en la especie bovina y de esta manera contribuir a disminuir las pérdidas que ocasionan, motivan al desarrollo del presente trabajo de investigación que permitirá analizar la acción acaricida de los aceites esenciales extraídos mediante destilación por arrastre de vapor, de las especies *Melinis minutiflora* y *Lantana cámara* sobre la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

## Capítulo uno

### Marco teórico

#### 1.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales (aceites volátiles o esencias) son llamados así por su apariencia física y consistencia, pues es muy parecida a los aceites grasos, pero difieren de ellos por su volatilidad, si se dejara caer unas gotas del aceite esencial en una superficie, estas se volatilizan fácilmente sin dejar huella alguna (Gonzales, A., 2004). Se definen como una mezcla compleja de muchas sustancias, que le otorgan un aroma en su mayoría agradable, aunque otros con un olor particular y propio de la especie vegetal de la que se extraiga (Montoya, 2010), por tanto, no pueden ser considerados como sustancias puras (Guenther & Ph, 1949).

La clasificación de los aceites esenciales puede estar relacionada con su origen, pudiendo ser naturales, artificiales o sintéticos. Generalmente, los aceites naturales, obtenidos directamente de la planta, presentan un rendimiento bajo y por tanto su costo es elevado, los aceites esenciales sintéticos son de menor costo debido a que son sintetizados químicamente en un laboratorio (Martínez, 2001).

##### 1.1.1. *Composición química*

Los compuestos químicos que forman parte de los aceites esenciales son muy numerosos, actualmente se han identificado alrededor de 400 constituyentes químicos. Aunque su mezcla es muy compleja y las proporciones de cada componente es variada, han podido ser asociados en varios grupos (Stashenko, 2009).

Los terpenos o hidrocarburos terpénicos lideran la composición química de los aceites esenciales, pueden conformarse por monoterpenos y sesquiterpenos, estos contienen 10 y 15 átomos de carbonos, respectivamente. A su vez, pueden estar clasificados como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc, dependiendo del número de ciclos que posea en su estructura (Gonzales 2004).

Los derivados de los terpenos, conocidos como terpenoides, también se encuentran en los aceites esenciales; se conforman por alcoholes, aldehídos, cetonas y aunque en menos cantidad, ácidos (Stashenko, 2009).

Las propiedades químicas y físicas de los aceites esenciales se deben a la mezcla de compuestos químicos (Guenther & Ph, 1949), la identificación de los constituyentes químicos del aceite esencial de una especie provee de una caracterización autónoma del mismo.

### **1.1.2. Usos**

Las propiedades biológicas que presentan los aceites esenciales permiten que sea aplicado ampliamente. Industrialmente se han empleado en la fabricación de perfumes y alimentos por su propiedad de repeler insectos (Isman, 2000), siendo estos aceites esenciales sintéticos preferidos por su bajo costo. Biológicamente presentan propiedades como anticancerígenas, antivirales, analgésicos, antioxidantes, etc., dependiendo de ello son utilizadas farmacológicamente. Incluso se han reportado efectos psicoactivos o de protección neurológica, por lo que su interés a nivel industrial es muy importante y ha aumentado significativamente (Baser, 2015).

### **1.1.3. Formas de obtención**

De acuerdo con Stashenko (2009), la obtención o extracción de los aceites esenciales de una especie vegetal puede ser de tres métodos, descritos a continuación y representados en la figura 1.

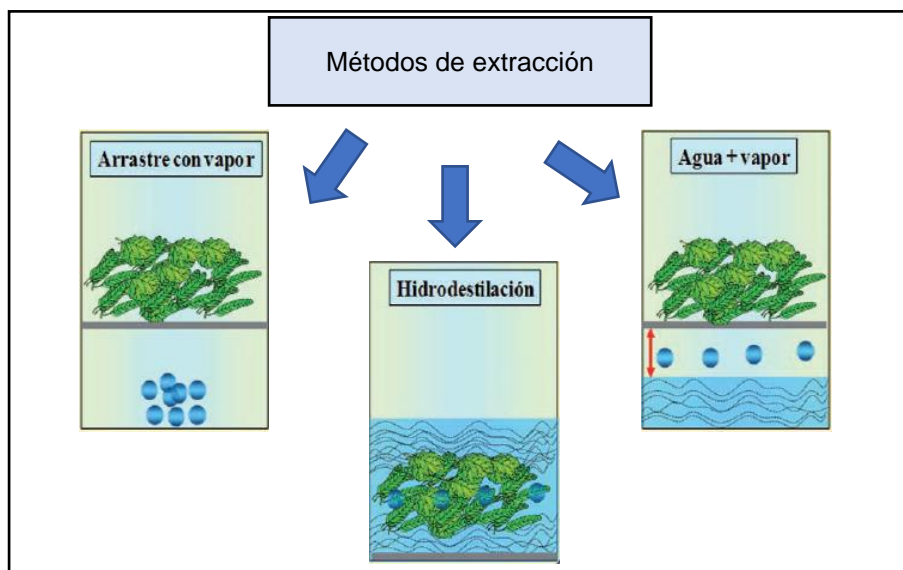
El primer método es conocido como "Arrastre con vapor", se realiza mediante la producción de vapor sobrecalentado que penetra la superficie de la especie vegetal, arrastrando los componentes volátiles que forman parte del aceite esencial, luego se condensa con ayuda de un refrigerante y al pasar en estado líquido el aceite esencial junto con el agua son recolectados. La propiedad de inmiscibilidad del aceite esencial en el agua, permite la separación mediante decantación.

Un segundo método es denominado “Agua-vapor”, refiere a la extracción de un vapor húmedo, que proviene de agua en ebullición, atravesando la especie vegetal (muchas veces apoyada sobre una malla), el vapor se enfría y se trata de igual forma que el método de arrastre con vapor.

La hidrodestilación (tercer método), es un proceso en donde la especie vegetal es sumergida junto con el agua, y se somete a un calentamiento, el vapor que también se genera con los componentes volátiles tiene un tratamiento similar al especificado en el arrastre con vapor.

### Figura 1

*Métodos de extracción de aceites esenciales*



Los métodos descritos anteriormente son los más utilizados a nivel investigativo e industrial por su bajo costo, aunque poseen la desventaja de llegar a causar degradación térmica de los componentes químicos; por ello una alternativa es el método extractivo conocido como extracción mediante fluido supercrítico (SFE) (Mostafa, Yadollah, Fatemeh & Magoulas, 2004) como fluido supercrítico puede ser utilizado el CO<sub>2</sub> (Guan, Li, Yan, Tang, & Quan, 2007), en donde se aprovecha la capacidad de ser un gas y poder atravesar sólidos, la recuperación de los analitos es de una forma sencilla a temperatura ambiente (López, De la Vega, & Sánchez, 2012).

## **1.2. Cromatografía de gases**

La cromatografía de gases es una técnica muy utilizada en el análisis químico de los aceites esenciales, gracias a separación de sus componentes químicos convirtiéndose en la principal opción de los analistas químicos, recurriendo a otras técnicas como la espectrometría de masas para ayudar y facilitar en la identificación de los compuestos volátiles.

### **1.2.1. Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG/EM)**

Espectrometría de masas (EM) es la técnica analítica que permite la identificación de compuestos a partir de la fragmentación de sus iones, mostrando que cada molécula química posee una masa diferente (De Hofmman, 2000).

CG/EM permite y proporciona una buena separación de los componentes y detección de ellos, los mismos que juntamente con un buen manejo de parámetros y técnicas mejora la aplicación en la identificación química de los aceites esenciales.

### **1.2.2. Cromatografía de gases acoplado a un detector de ionización de la flama (CG/FID)**

El uso del detector de ionización de la flama (FID) se ha iniciado desde 1960 en la detección de hidrocarburos, siendo desde ahí el detector predominantemente usado en la cromatografía de gases (Cheng, Summers, & Collings, 1998). Se utiliza hidrógeno como gas de arrastre y al mezclarse con aire se produce una combustión, y el número de iones que se han formado logran un cambio y son la respuesta que se busca en este tipo de detector (Harley, Nel, & Pretorius, 1958). CG/FID proporciona la abundancia de los componentes químicos presentes en la composición química del aceite esencial de interés.

## **1.3. Especies en estudio**

### **1.3.1. *Melinis minutiflora***

#### **1.3.1.1. Clasificación taxonómica de la especie *Melinis minutiflora***

En la tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de la especie *Melinis minutiflora*

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de la especie Melinis minutiflora*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Género</b>	<i>Melinis</i>
<b>Especie</b>	<i>Minutiflora</i> P. Beauv.
<b>Nombre científico</b>	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv

#### **1.3.1.2. Familia Poaceae**

Familia Poaceae, o también conocida como familia de las gramíneas, es la tercera familia que contienen mayor número de géneros (Jorgensen & León-Yáñez, 1999); contiene aproximadamente de 750 a 770 géneros (Kellog, 2015) y 11 500 especies (Hodkinson, 2018). La mayoría de las gramíneas de la Familia Poaceae corresponden a especies endémicas andinas (León-Yanes, 2019) y su distribución ecológica es muy amplia (Giraldo-cañas, 2016). Gibson (2008) menciona que se predice que cerca del 40% de la superficie terrestre es cubierta por estas especies.

En Ecuador, en la provincia de Chimborazo, la mayoría de las especies encontradas corresponde a esta familia, gracias a las condiciones climáticas del lugar (Caranqui, Lozano, & Reyes, 2016).

#### **1.3.1.3. Género *Melinis***

Este género se compone de aproximadamente 22 especies (The Plant List, 2013), 11 especies son nativas de África y corresponde a plantas perennes o anuales (Webster, 1988).

Se caracteriza por presentar debajo de las glumas, desarticulación y unas espiguillas bifloras; es comúnmente confundido con el género *Muhlenbergia* (Giraldo-Cañas & Peterson, 2009).

#### **1.3.1.4. Especie *Melinis minutiflora***

Conocido como pasto gordura, es una planta perenne de hasta aproximadamente 1 m de altura, de base redonda, presencia de pelos desde la base hasta su ápice, sus flores son de color marrón oscuro (Ravi, Mohanan, Nehru, & Botanic, 2004). Es nativa de los trópicos de África (Parsons, 1972) y en su distribución geográfica comprende América del Sur y América Central, Oceanía, Asia y Hawai (Martins, 2006), ya que ha sido ampliamente introducida (Webster, 1988).

Es considerada una especie gramínea muy invasora en competencia con especies nativas (Romero Martins, du Vall Hay, Walter, Proença, & Vivaldi, 2011). A pesar de la importancia económica de esta especie (Parsons, 1972) en el sector ganadero, el valor nutritivo es bajo en comparación con las especies *B. mutica* y *S. spbacelata* (especies de consumo por bovinos) por su baja capacidad de producción de materia seca y valor nutritivo (López A., Nuñez D., Aguirre T., & Flores M., 2018).

Es utilizada como alimento de animales vertebrados, especialmente ganado vacuno; medicinalmente, la cocción de sus hojas junto a alcanfor se utiliza para tratar el dolor de las extremidades (piernas y brazos) y su importancia ambiental radica en evitar la erosión de los suelos (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía, & Balslev, 2008). La evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de *M. minutiflora* ha sido reportado como acaricida (Camilo et al., 2017; Carroll et al., 2011).

## Figura 2

Especie *Melinis Minutiflora* P.Beauv



### 1.3.2. *Lantana camara* L.

#### 1.3.2.1. Clasificación taxonómica de la especie *Lantana camara*

La clasificación taxonómica o botánica de la especie *Lantana camara* se representa en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Clasificación taxonómica de Lantana camara.*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Lamiales
<b>Familia</b>	Verbenaceae
<b>Género</b>	<i>Lantana</i>
<b>Especie</b>	<i>camara</i> L.
<b>Nombre científico</b>	<i>Lantana camara</i> L.
<b>Sinónimo</b>	<i>Lantana crocea</i> Jacq.

#### 1.3.2.2. Familia Verbenaceae

Las especies de la familia Verbenaceae se caracterizan por ser hierbas, árboles o arbustos que tienen hojas generalmente opuestas (Rotman & Múlgura de Romero, 2012). Tiene alrededor de 91 géneros y 1900 especies en todo el mundo (Srivastava & Choudhary, 2008), su distribución es en varios lugares, especialmente en zonas subtropicales de América,

África e India, la mayor diversidad se localiza en las cordilleras de América Central y la región subtropical de América del Sur (Sanders, 2001).

En Ecuador, se conoce la presencia de 22 géneros y 141 especies en total, de las cuales 23 especies son endémicas (Montalvo, Santiana, León-Yanes & Tye, 2017); en el parque Yasuní, en Ecuador, se detectó la presencia de esta familia en un 3% en especies de enredaderas leñosas (Nabe-Nielsen, 2001).

Los usos medicinales engloban el tratamiento de afecciones relacionadas el sistema digestivo, el aparato reproductor femenino, sistema muscular y esquelético o incluso enfermedades de la piel (Guevara-Fefer et al., 2017).

#### **1.3.2.3. Género *Lantana***

*Lantana* contiene cerca de 150 especies distribuidas en el mundo, la mayor parte originarias de América latina (Srivastava & Choudhary, 2008). En Ecuador, se encuentran alrededor de 17 especies (Ulloa-Ulloa & Moeller, 1995).

Las especies de este género tiene gran importancia comercial por su alto valor en la producción de aceites esenciales, dentro de sus usos tradicionales comprenden a los medicinales, farmacéuticos y ornamentales (Gonzáles, Villalobo, Pereyra, Rengifo, Marín & Tezara, 2009).

#### **1.3.2.4. Especie *Lantana camara***

Es una planta perenne (Matienzo, Ramos & Rijo, 2003) y silvestre de crecimiento exuberante, crece en zonas tropicales y subtropicales del mundo (Choyal & Kumar, 2010), corresponde a un arbusto que puede crecer hasta 3 metros, sus hojas son aserradas y sus flores de color amarillo, rojas o naranja, como se muestra en la Figura 2 (UFM, 2007). Matienzo, Ramos & Rijo (2003) mencionan que es una de las 10 malezas más nocivas en el mundo ya que puede causar daño en el ganado, pues sus tallos y frutos son tóxicos.

Es considerada una planta ornamental (UFM, 2007) y se caracteriza por su olor fuerte y desagradable, aun mayor al triturar sus hojas (Matienzo et al., 2003).

**Figura 3**

*Especie Lantana camara L.*



En la medicina tradicional mexicana se conoce que su uso es muy amplio, comprende tratamiento del dolor de cabeza, cólicos menstruales, diarrea, calambres, dolor de estómago etc. (Guevara-Fefer et al., 2017).

La especie ha sido evaluada en actividades biológicas como antibacterial (Alam, Verma, Kumari & Sharma, 2009; Salada, Balala & Vasquez, 2015), antifúngicas (Passos et. al, 2012), antidiarreica (Mengistu, Enngidawork & Nedi, 2015), antihelmíntica (Jitendra, Kumar, Deviprasad, Deepika & Quresi, 2011) y antiinflamatorio (Silva et. al., 2015).

## Capítulo dos

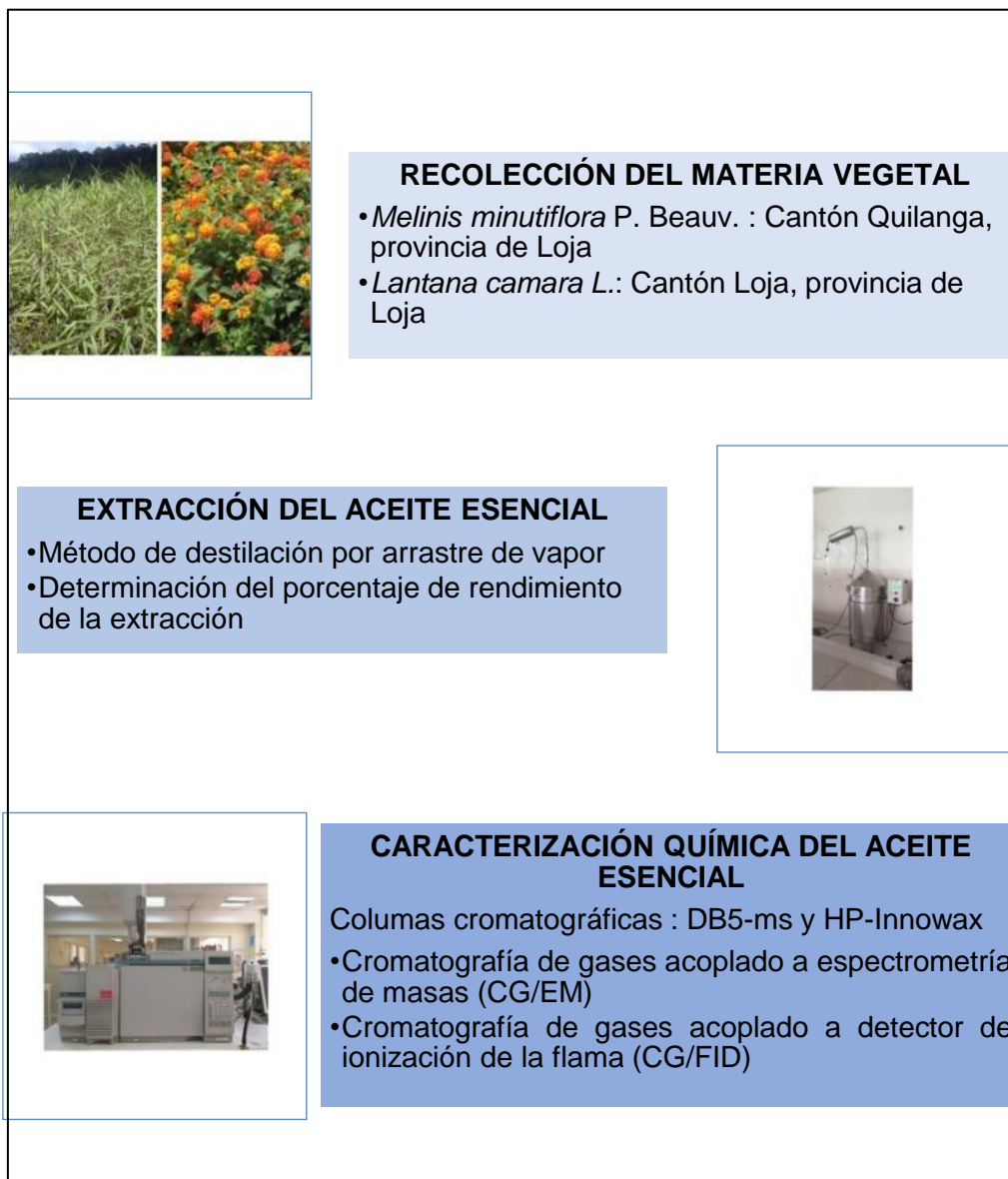
### Materiales y métodos

#### 2.1. Diseño metodológico

En la Figura 4 se presenta el esquema metodológico en el que se basa la experimentación y desarrollo realizado en las instalaciones de la Universidad Técnica Particular de Loja.

**Figura 4**

*Esquema metodológico del estudio de los aceites esenciales de L. camara y M. minutiflora*



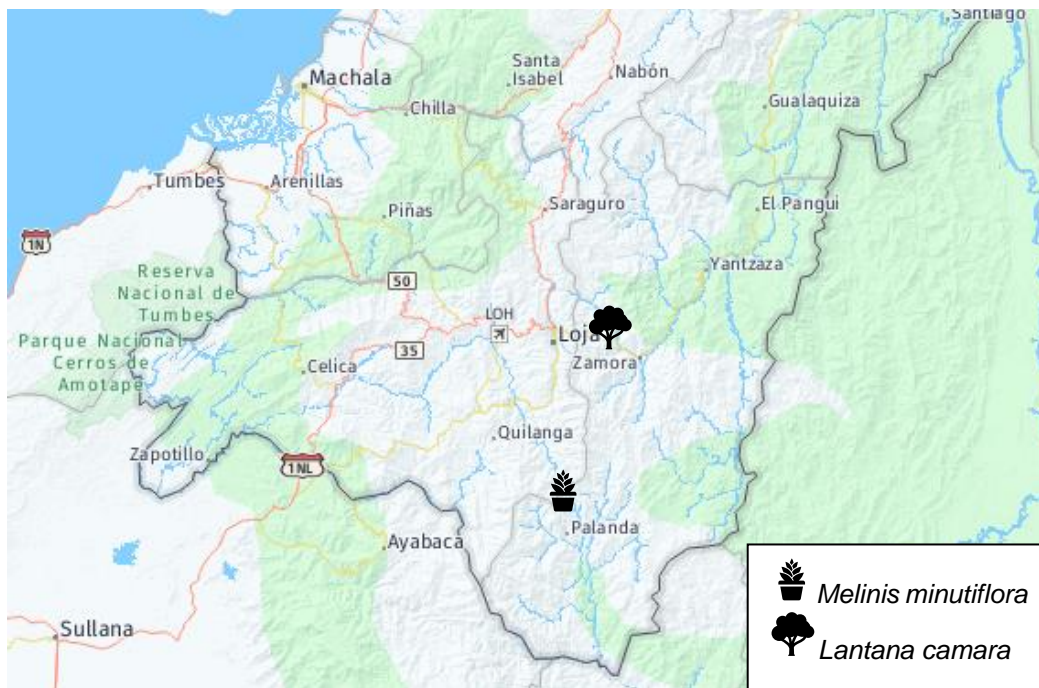
### 2.1.1. *Recolección del material vegetal*

La recolección del material fresco de las partes aéreas de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara* se realizó con autorización número: MAE-DBN-2016-0655; del Ministerio del Medio Ambiente de Ecuador (MAE) y se llevó a cabo en los cantones de Quilanga y Loja, respectivamente, en la provincia de Loja, ubicada en la zona Sur del Ecuador.

En la figura 5 se observan las ubicaciones geográficas de dichas especies con las siguientes coordenadas: 4°17'57''S y 79°23'42''W para la especie *M. minutiflora* y 3°57'23.5''S; 79°13'03.9W'' para *L. camara*. El estado fenológico de las plantas colectadas fue en floración y fructificación.

### Figura 5

*Mapa de recolección de las especies estudiadas*



### 2.1.2. *Extracción del aceite esencial*

Los aceites esenciales se obtuvieron a partir de las partes aéreas de las dos especies recolectadas, se realizó por medio del método de destilación por arrastre de vapor haciendo uso de un destilador tipo Clevenger del Departamento de Química y Ciencias exactas de la UTPL.

La mezcla de aceite y agua es recolectada en un florentino, donde se separa por la diferencia de las densidades, se realizó por triplicado para cada especie vegetal objeto de estudio.

### 2.1.2.1. Determinación del porcentaje de rendimiento

El rendimiento porcentual de la extracción del aceite esencial se determinó para cada una de las destilaciones, mediante la relación aceite vs planta (peso/peso) y se reportó un valor medio de todas las destilaciones; para el cálculo de este se utilizó la siguiente ecuación

$$\text{Rendimiento del aceite esencial (\%)} = \frac{\text{masa del aceite esencial obtenido (g)}}{\text{masa de materia vegetal (g)}} * 100$$

Los registros del peso de cada aceite esencial obtenido se realizaron en una balanza analítica marca SARTORIUS, mostrada en la Figura 6.

**Figura 6**

*Balanza analítica marca SARTORIUS*



### 2.1.3. Caracterización química del aceite esencial

La caracterización química requiere una preparación de muestras para su análisis en Cromatografía de gases acoplado a Espectrometría de masas (CG-EM) y Cromatografía de gases acoplado a un detector de Ionización de la Flama (CG-FID), con la finalidad de obtener un análisis cualitativo y cuantitativo del aceite esencial. Las columnas de cromatografía empleadas son DB5-ms (30 m × 0.25 mm d.i. × 0.25 μm) y HP-Innowax (30 m × 0.25 mm d.i. × 0.25 μm), de característica apolar y polar, respectivamente.

### 2.1.3.1. Preparación de las muestras

Las muestras fueron preparadas en un vial de cromatografía ámbar de 2 mL de capacidad, en el cual se colocó 990µL de diclorometano y 10µL de aceite esencial de cada especie, obteniéndose una dilución al 1%, de igual manera se realizó la inyección de hidrocarburos (C10 a C25), las inyecciones se realizan tanto en la columna DB5-ms como en HP-Innowax, los mismos son usados para la determinación de los índices de Retención Lineales e identificación de cada uno de los compuestos, los cálculos realizados se detallan en el Apéndice 1.

### 2.1.3.2. Técnicas de cromatografía CG-EM Y CG-FID

La identificación de los componentes químicos volátiles del aceite esencial de las especies *M. minutiflora* y *L. cámara*, se realizó haciendo uso del equipo Cromatógrafo de Gases Agilent Technologies serie 6890N, acoplado a un espectrómetro de masas Agilent serie 5973 inerte y usando un autoinyector serie 7683 división automática / sin división (Agilent, Little Falls, DE, EE.UU.); software MSD ChemStation Build 75 26-Ago2003.

Las condiciones utilizadas para realizar correctamente las técnicas cromatográficas en DB5-ms y HP-Innowax son mediante la utilización de helio como gas de arrastre a un flujo constante de 1.00 mL/min. El sistema de inyección es mediante modo split (40:1) a 220 °C. El horno del Cromatógrafo de Gases opera en un inicio a 60 °C, aumentando luego hasta 250 °C mediante una velocidad de 3 °C por cada minuto. La temperatura de la fuente de iones fue de 250 °C.

La columna cromatográfica no polar DB5-ms se utilizó en el análisis de cromatografía del aceite esencial de *L. camara*, mientras que la columna cromatográfica polar, HP-Innowax se utilizó para el análisis del aceite esencial de *M. minutiflora* y *L. camara*.

La cuantificación de los compuestos identificados mediante CG-FID se realiza tras la identificación de los compuestos en CG-EM, en ambas columnas polar y no polar. El porcentaje de composición del aceite esencial se determinó correlacionando las áreas de los picos del CG con el cromatograma total.

## Capítulo tres

### Resultados y discusión

#### 3.1. Porcentaje de rendimiento de extracción del aceite esencial

##### 3.1.1. Aceite esencial de *Melinis minutiflora*

El rendimiento del aceite esencial fue de 0,02 ml/kg, que de acuerdo a la clasificación del organismo de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), sugiere valores de rendimiento de aceite esencial altos cuando estos son superiores a 10 mL/kg, intermedios entre 5 mL/kg y 10 mL/kg, y bajos menos de 5 mL/kg, de tal forma nuestros resultados mostraron un bajo rendimiento de aceite esencial de *M. minutiflora*

##### 3.1.2. Aceite esencial de *Lantana camara*

El rendimiento del aceite esencial fue de 0,07 ml/kg, que de acuerdo a la clasificación del organismo de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), sugiere valores de rendimiento de aceite esencial altos cuando estos son superiores a 10 mL/kg, intermedios entre 5 mL/kg y 10 mL/kg, y bajos menos de 5 mL/kg, de tal forma nuestros resultados mostraron un bajo rendimiento de aceite esencial de *L. camara*.

#### 3.2. Caracterización química del aceite esencial

La caracterización química del aceite esencial de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara* mediante CG-EM y CG-FID se presentan a continuación.

##### 3.2.1. Aceite esencial de *Melinis minutiflora*

La composición química del aceite esencial de *Melinis minutiflora* determinada en la columna de cromatografía HP-Innowax se presenta en la Tabla 3, en donde se muestra la identificación de 20 compuestos, representando el 93.21% de la composición total del aceite esencial. En su mayoría los compuestos detectados pertenecen al grupo de sesquiterpenos hidrocarbonados con un 49.89%.

Tabla 3

Composición química del aceite esencial de *Melinis minutiflora*

N°	Compuesto	HP-Innowax					
		IR <sup>exp.</sup>	IR <sup>bib.</sup>	MM1	MM2	$\bar{X}$	$\sigma$
1	1-Heptanol	1438	1454 <sup>b</sup>	2.19	1.37	1.78	0.58
2	$\alpha$ -Copaene	1517	1515 <sup>c</sup>	1.82	1.73	1.77	0.07
3	$\beta$ -Elemene	1621	1612 <sup>d</sup>	2.67	2.21	2.44	0.33
4	<b>(E)-Caryophyllene</b>	<b>1621</b>	<b>1612<sup>e</sup></b>	<b>14.44</b>	<b>10.44</b>	<b>12.44</b>	2.83
5	<b><math>\alpha</math>-Humulene</b>	<b>1694</b>	<b>1687<sup>e</sup></b>	<b>6.60</b>	<b>4.13</b>	<b>5.36</b>	1.75
6	<b>(Z)-<math>\beta</math>-Farnesene</b>	<b>1705</b>	<b>1695<sup>f</sup></b>	<b>5.16</b>	<b>4.36</b>	<b>4.76</b>	0.56
7	$\alpha$ -Muurolene	1715	1714 <sup>g</sup>	1.47	1.22	1.35	0.18
8	<b>Germacrene D</b>	<b>1735</b>	<b>1726<sup>d</sup></b>	<b>12.76</b>	<b>9.22</b>	<b>10.99</b>	2.50
9	Carvenone	1743	1737 <sup>d</sup>	1.06	0.92	0.99	0.10
10	$\alpha$ -Selinene	1748	1744 <sup>h</sup>	1.40	1.25	1.32	0.11
11	Bicyclogermacrene	1760	1755 <sup>d</sup>	4.31	2.89	3.60	1.01
12	<b><math>\delta</math>-Cadinene</b>	<b>1787</b>	<b>1773<sup>g</sup></b>	<b>7.02</b>	<b>4.19</b>	<b>5.61</b>	2.00
13	n-Octadecane	1817	1800 <sup>d</sup>	1.96	1.80	1.88	0.12
14	Germacrene B	1854	1853 <sup>d</sup>	1.11	2.02	1.57	0.65
15	Caryophyllene oxide	2016	2008 <sup>d</sup>	2.21	1.44	1.82	0.54
16	Perilla alcohol	2023	2029 <sup>h</sup>	3.59	4.56	4.08	0.69
17	<b>(E)-Nerolidol</b>	<b>2088</b>	<b>2074<sup>i</sup></b>	<b>8.55</b>	<b>8.00</b>	<b>8.28</b>	0.39
18	$\beta$ -Bisabolol	2121	2123 <sup>j</sup>	1.47	2.71	2.09	0.87
19	<b>Viridiflorol</b>	<b>2128</b>	<b>2110<sup>k</sup></b>	<b>5.03</b>	<b>4.53</b>	<b>4.78</b>	0.35
20	<b>1-Tetradecanol</b>	<b>2173</b>	<b>2179<sup>l</sup></b>	<b>9.30</b>	<b>23.30</b>	<b>16.30</b>	9.90
<b>Monoterpenos hidrocarbonados (%)</b>						0.00	
<b>Monoterpenos oxigenados (%)</b>						6.38	
<b>Sesquiterpenos hidrocarbonados (%)</b>						49.89	
<b>Sesquiterpenos oxigenados (%)</b>						16.97	
<b>Otros (%)</b>						19.96	
<b>TOTAL IDENTIFICADO (%)</b>						93.21	

Nota. IR<sup>exp.</sup>, índice de retención lineal obtenido en la experimentación; IR<sup>bib.</sup> índice de retención lineal de bibliografía; MM1, MM2 muestras del aceite esencial resultado de tres destilaciones;  $\bar{X}$ , promedio de las tres destilaciones;  $\sigma$ , desviación estándar de las tres destilaciones; <sup>b-l</sup>, referencias utilizadas para la identificación de compuestos en la columna HP-Innowax (Ver Apéndice 2).

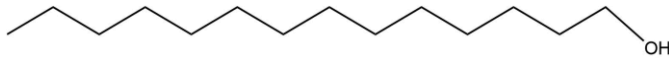
### 3.2.1.1. Compuestos mayoritarios del aceite esencial de *Melinis minutiflora*

Se identificaron 8 compuestos mayoritarios, 1-tetradecanol (16.30%), (E)-caryophyllene (12.44 %), germacrene D (10.99%), (E)-nerolidol (8.28 %),  $\delta$ -cadinene (5.61 %),  $\alpha$ -humulene (5.36 %), viridiflorol (4.78 %) y (Z)- $\beta$ -farnesene (4.76 %) los mismos que representan el 68.52 % del aceite esencial de *Melinis minutiflora*. A continuación, se describe cada uno de ellos.

- 1-Tetradecanol

### Figura 7

#### Estructura química del 1-tetradecanol

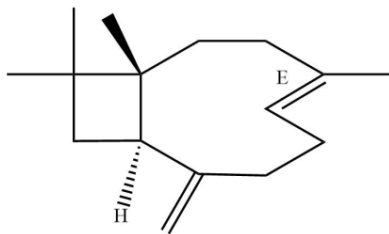


Este compuesto es conocido también como alcohol miristílico en la elaboración de productos cosméticos es utilizado como un emoliente (Avci, Korkmaz, & Özçelik, 2014) y ayuda en la solubilidad de los fluidos al trabajar con metales (Geier, Lessmann, Fuchs, & Andersen, 2006).

- (E)-Caryophyllene

### Figura 8

#### Estructura química del (E)-Caryophyllene

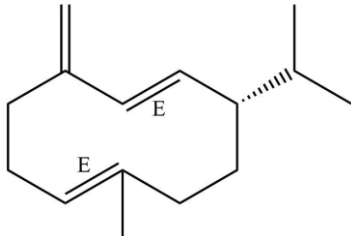


(E)-caryophyllene en estudios previos del aceite esencial de *Melinis minutiflora*, ha sido detectado como constituyente mayoritario (Kimani et al., 2000; Tolosa et al., 2019); en cuanto a su actividad biológica ha sido determinado como un antiinflamatorio, anticatabólico, pro anabólico (Rufino et al., 2015), actividad disuasoria contra la ovoposición de *Aedes aegypti* (transmisor del dengue) (Santos et al., 2015) y como bioinsecticida para el control de la hormiga *Dorymyrmex thoracicus* (Oliveira et al., 2019).

- Germacrene D

### Figura 9

*Estructura química del Germacrene D*

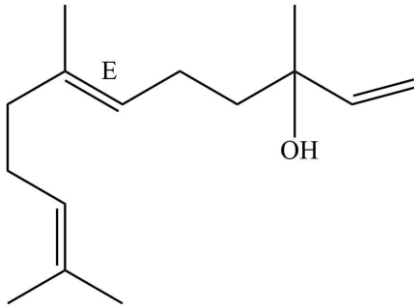


Kimani et al. (2000), en su estudio del aceite esencial de la misma especie reporta la presencia de Germacrene D en un 5.0%. Este sesquiterpeno es un estimulante sexual de la cucaracha *Periplanata americana* L, que estimula la ovoposición de la polilla de la salmuera *Diaphania nitidalis* Stoll (Peterson, Horvat, & Elsey, 1994). Además, es considerado como un importante intermediario en la síntesis de compuestos sesquiterpenoides (Yoshihara, Ohta, Sakai, & Hirose, 1969). Sus enantiómeros, (+)-Germacrene D y (-)-Germacrene D, han sido estudiados al ser sintetizado por varias especies vegetales (Schmidt, Bouwmeester, Franke, & König, 1999).

- (E)-Nerolidol

### Figura 10

*Estructura química del (E)-Nerolidol*

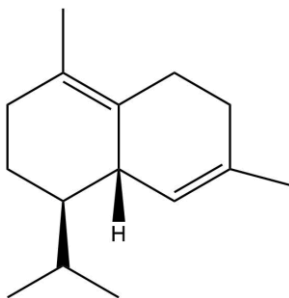


El compuesto (E)-nerolidol es un sesquiterpeno que presenta una actividad gastroprotectora (Klopell et al., 2007) y actividad citotóxica, siendo aislado de la especie *Piper gaudichaudianum* Kunth (Sperotto et al., 2013), cuyo aceite esencial ha reportado fuerte citotoxicidad. En estudios anteriores de aceite esencial de *Melinis minutiflora* no se reporta este constituyente como mayoritario.

- $\delta$ -Cadinene

### Figura 11

*Estructura química del  $\delta$ -cadinene*



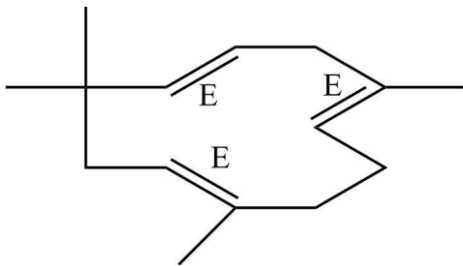
Es biosintetizado como producto de una actividad enzimática en cotiledones de algodón (Davis & Essenberg, 1995), es un componente activo contra la *Streptococcus pneumoniae*, responsable de causar infecciones respiratorias (Pérez-López, Cirio, Rivas-Galindo, Aranda,

& De Torres, 2011). De igual forma que el compuesto (E)-nerolidol no ha sido reportado como constituyente mayoritario en estudios previos.

- $\alpha$ -Humulene

### Figura 12

*Estructura química del  $\alpha$ -Humulene*

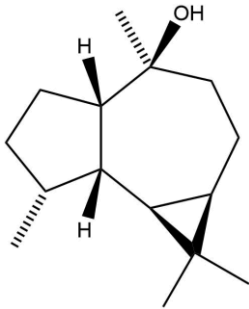


$\alpha$ -Humulene ha sido reportado previamente en un 8.8% del A.E. de *Melinis minutiflora* (Kimani et al., 2000), posee actividad anticancerígena (Sylvestre, Pichette, Longtin, Nagau, & Legault, 2006), su presencia como constituyente mayoritario del AE de *Syzygium zeylanicum* posee propiedades larvicidas muy elevadas (Govindarajan & Benelli, 2016), además, la acción sinérgica con  $\beta$ -caryophyllene y (E)-nerolidol en el AE de *Piper aduncum* presenta actividad acaricida y actúa como repelente (Araújo, Câmara, Born, Moraes, & Badji, 2012).

- Viridiflorol

### Figura 13

*Estructura química del Viridiflorol*

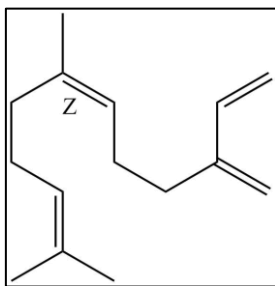


Es un sesquiterpeno hidrocarbonado, estudios han demostrado que posee actividades biológicas tales como, antimicrobacteriana, antiinflamatoria y antioxidante (Trevizan et al., 2016). No ha sido reportado en estudios previos en AE de la especie objeto de estudio.

- (Z)- $\beta$ -Farnesene

### Figura 14

*Estructura química del (Z)- $\beta$ -Farnesene*



Tolosa et. al. (2019), reporta la presencia del sesquiterpeno (Z)- $\beta$ -Farnesene como compuesto mayoritario del AE de *Melinis minutiflora*, a pesar de que no se ha realizado varios estudios biológicos, se ha detectado que presenta una correlación significativa en la actividad anticancerígena (Afoulous et al., 2013).

### **3.2.2. Aceite esencial de *Lantana camara***

En la siguiente tabla se muestra la composición química del aceite esencial de *Lantana camara* tras el análisis de CG-EM y CG-FID, en las columnas de cromatografía DB5-ms (no polar) y HP-Innowax (polar).

El porcentaje identificado en la columna cromatográfica DB5-ms es de 96.54%, mientras que en HP-Innowax el 97.05%. Además, se considera un aceite esencial de carácter sesquiterpénico al tener la presencia de 70.79% de sesquiterpenos hidrocarbonados, seguido de monoterpenos hidrocarbonados (22.12%), sesquiterpenos oxigenados (2.13%), monoterpenos oxigenados (22.12%) y otros (0.22%).

Tabla 4

Composición química del aceite esencial de *Lantana camara*

N°	Compuesto	DB5-ms							HP-Innowax						
		IR <sup>exp</sup>	IR <sup>bib</sup>	LC1	LC2	LC3	$\bar{X}$	$\sigma$	IR <sup>exp</sup>	IR <sup>bib</sup>	LC1	LC2	LC3	$\bar{X}$	$\sigma$
1	$\alpha$ -Thujene	917	924 <sup>a</sup>	0.40	0.40	0.40	0.40	0.00	1026	1020 <sup>m</sup>	0.46	0.33	0.21	0.33	0.12
2	$\alpha$ -Pinene	924	932 <sup>a</sup>	1.80	1.79	1.80	1.80	0.01	1021	1032 <sup>m</sup>	1.38	1.44	1.86	1.56	0.26
3	Camphene	940	946 <sup>a</sup>	1.14	1.13	1.14	1.13	0.00	1064	1076 <sup>m</sup>	0.91	0.72	0.81	0.81	0.09
4	Sabinene	963	969 <sup>a</sup>	0.65	0.65	0.66	0.65	0.00	1122	1125 <sup>m</sup>	0.57	0.41	0.53	0.50	0.08
5	$\beta$ -Pinene	968	974 <sup>a</sup>	1.04	1.03	1.04	1.04	0.00	1109	1114 <sup>m</sup>	0.78	0.62	0.69	0.70	0.08
6	Myrcene	980	988 <sup>a</sup>	1.31	1.30	1.31	1.31	0.01	1167	1162 <sup>m</sup>	0.92	0.00	0.76	0.84	0.12
7	$\alpha$ -Phellandrene	1011	1002 <sup>a</sup>	0.72	0.71	0.72	0.72	0.00	1164	1168 <sup>m</sup>	0.63	0.62	0.72	0.66	0.05
8	$\delta$ -3-Carene	1013	1008 <sup>a</sup>	3.60	3.56	3.60	3.59	0.02	1147	1159 <sup>e</sup>	2.85	2.98	2.85	2.89	0.08
9	$\alpha$ -Terpinene	1021	1014 <sup>a</sup>	0.55	0.55	0.56	0.55	0.01	1180	1188 <sup>n</sup>	0.53	0.52	0.53	0.53	0.00
10	<i>o</i> -Cymene	1029	1022 <sup>a</sup>	2.32	2.31	2.32	2.32	0.01	1274	-	2.47	2.53	2.44	2.32	0.01
11	Limonene	1033	1024 <sup>a</sup>	1.40	1.39	1.40	1.40	0.01	1200	1201 <sup>m</sup>	1.09	1.13	1.09	1.11	0.02
12	$\beta$ -Phellandrene	-	-	-	-	-	-	-	1209	1209 <sup>m</sup>	0.14	0.12	0.14	0.13	0.01
13	1,8-Cineole	1036	1026 <sup>a</sup>	0.69	0.69	0.69	0.69	0.00	1211	1215 <sup>m</sup>	0.61	0.64	0.60	0.61	0.02
14	(Z)- $\beta$ -Ocimene	1040	1032 <sup>a</sup>	0.38	0.37	0.38	0.37	0.00	1240	1246 <sup>e</sup>	0.29	0.25	0.29	0.28	0.02
15	(E)- $\beta$ -Ocimene	1050	1044 <sup>a</sup>	0.66	0.66	0.66	0.66	0.00	1256	1250 <sup>o</sup>	0.53	0.56	0.54	0.54	0.01
16	<b><math>\gamma</math>-Terpinene</b>	<b>1062</b>	<b>1054<sup>a</sup></b>	<b>5.98</b>	<b>5.95</b>	<b>5.99</b>	<b>5.97</b>	<b>0.02</b>	<b>1246</b>	<b>1244<sup>m</sup></b>	<b>5.31</b>	<b>5.48</b>	<b>5.29</b>	<b>5.36</b>	<b>0.11</b>
17	Terpinolene	1089	1086 <sup>a</sup>	0.21	0.21	0.21	0.21	0.00	1283	1290 <sup>m</sup>	0.18	0.18	0.17	0.18	0.00
18	trans-Sabinene hydrate(IPP vs. OH)	1105	1098 <sup>a</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	-	-	-	-	-	-	-
19	Camphor	1151	1141 <sup>a</sup>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00	1518	1525 <sup>o</sup>	0.16	0.17	0.16	0.17	0.01

20	Terpinen-4-ol	1185	1174 <sup>a</sup>	0.17	0.18	0.17	0.17	0.00	1616	1611 <sup>P</sup>	0.17	0.19	0.18	0.18	0.01
21	Isobornyl acetate	1289	1283 <sup>a</sup>	0.22	0.22	0.22	0.22	0.00	-	-	-	-	-	-	-
22	Thymol	1297	1289 <sup>a</sup>	0.07	0.07	0.07	0.07	0.00	-	-	-	-	-	-	-
23	$\alpha$ -Cubebene	-	-	-	-	-	-	-	1451	1462 <sup>P</sup>	0.06	0.00	0.02	0.04	0.03
24	$\delta$ -Elemene	1339	1335 <sup>a</sup>	1.48	1.54	1.53	1.52	0.03	1466	1468 <sup>o</sup>	1.94	1.94	1.91	1.93	0.01
25	Cyclosativene	1373	1369 <sup>a</sup>	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	-	-	-	-	-	-	-
26	$\alpha$ -Ylangene	-	-	-	-	-	-	-	1473	1492 <sup>q</sup>	0.07	0.08	0.08	0.08	0.01
27	$\alpha$ -Copaene	1379	1369 <sup>a</sup>	1.28	1.27	1.28	1.28	0.01	1481	1495 <sup>P</sup>	1.22	1.24	1.22	1.23	0.02
28	$\beta$ -Bourbonene	1386	1387 <sup>a</sup>	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	1508	1507 <sup>m</sup>	0.10	0.11	0.10	0.10	0.01
29	$\beta$ -Cubebene	-	-	-	-	-	-	-	1532	1542 <sup>P</sup>	0.82	0.84	0.83	0.83	0.01
30	Linalool	-	-	-	-	-	-	-	1569	1553 <sup>r</sup>	0.17	0.19	0.18	0.18	0.01
31	$\beta$ -Elemene	1393	1389 <sup>a</sup>	3.18	3.20	3.24	3.20	0.03	1576	1576 <sup>m</sup>	0.11	0.12	0.12	0.12	0.00
32	$\alpha$ -Gurjunene	1411	1409 <sup>a</sup>	0.08	0.08	0.07	0.08	0.01	-	-	-	-	-	-	-
33	<b>(E)-Caryophyllene</b>	<b>1424</b>	<b>1417<sup>a</sup></b>	<b>15.45</b>	<b>15.4</b> <b>5</b>	<b>15.4</b> <b>7</b>	<b>15.4</b> <b>6</b>	<b>0.02</b>	<b>1588</b>	<b>1603<sup>s</sup></b>	<b>17.8</b> <b>6</b>	<b>17.8</b> <b>7</b>	<b>17.7</b> <b>6</b>	<b>17.8</b> <b>3</b>	<b>0.06</b>
34	$\beta$ -Copaene	1434	1430 <sup>a</sup>	3.18	3.22	3.20	3.20	0.02	1580	1585 <sup>j</sup>	2.35	2.46	2.46	2.42	0.06
35	$\alpha$ -trans-Bergamotene	1437	1432 <sup>a</sup>	0.46	0.47	0.44	0.46	0.02	-	-	-	-	-	-	-
36	Aromadendrene	1442	1439 <sup>a</sup>	0.67	0.66	0.61	0.65	0.03	1594	1589 <sup>j</sup>	0.08		0.08	0.08	0.00
37	6,9-Guaiadiene	1445	1442 <sup>a</sup>	0.34	0.33	0.30	0.32	0.02	-	-	-	-	-	-	-
38	$\gamma$ -Elemene	-	-	-	-	-	-	-	1634	1641 <sup>P</sup>	1.36	1.40	1.40	1.38	0.02
39	$\gamma$ -Gurjunene	-	-	-	-	-	-	-	1651	1647 <sup>i</sup>	0.23	0.23	0.22	0.23	0.01
40	<b><math>\alpha</math>-Humulene</b>	<b>1460</b>	<b>1452<sup>a</sup></b>	<b>9.92</b>	<b>9.91</b>	<b>9.92</b>	<b>9.92</b>	<b>0.01</b>	<b>1660</b>	<b>1662<sup>m</sup></b>	<b>9.90</b>	<b>10.0</b> <b>2</b>	<b>9.87</b>	<b>9.93</b>	<b>0.08</b>
41	allo-Aromadendrene	1464	1458 <sup>a</sup>	0.53	0.53	0.52	0.53	0.01	-	-	-	-	-	-	-
42	Dauca-5,8-diene	1476	1471 <sup>a</sup>	0.44	0.43	0.40	0.42	0.02	-	-	-	-	-	-	-

43	trans-Cadina-1(6),4-diene	1479	1475 <sup>a</sup>	1.16	1.16	1.14	1.15	0.01	1680	-	0.68	0.70	0.67	0.69	0.02
44	γ-Curcumene	-	-	-	-	-	-	-	1687	1689 <sup>j</sup>	0.30	0.32	0.32	0.31	0.01
45	<b>Germacrene D</b>	<b>1486</b>	<b>1480<sup>a</sup></b>	<b>12.13</b>	<b>12.2</b>	<b>12.2</b>	<b>12.2</b>	<b>0.08</b>	<b>1700</b>	<b>1700<sup>j</sup></b>	<b>18.2</b>	<b>18.4</b>	<b>18.1</b>	<b>18.2</b>	0.13
				<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>					<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	
46	β-Selinene	1492	1489 <sup>a</sup>	0.75	0.73	0.78	0.75	0.02	1707	1708 <sup>j</sup>	0.57	0.58	0.58	0.58	0.01
47	γ-Amorphene	1495	1495 <sup>a</sup>	1.04	1.01	1.00	1.02	0.02	-	-	-	-	-	-	-
48	<b>Bicyclogermacrene</b>	<b>1500</b>	<b>1500<sup>a</sup></b>	<b>7.03</b>	<b>7.05</b>	<b>7.09</b>	<b>7.06</b>	<b>0.03</b>	<b>1725</b>	<b>1724<sup>j</sup></b>	<b>7.44</b>	<b>7.55</b>	<b>7.47</b>	<b>7.49</b>	<b>0.06</b>
49	α-Selinene	-	-	-	-	-	-	-	1713	1722 <sup>t</sup>	0.64	0.66	0.66	0.65	0.01
50	α-Muurolene	1502	1500 <sup>a</sup>	1.58	1.55	1.55	1.56	0.01	1717	1716 <sup>j</sup>	1.34	1.37	1.37	1.36	0.02
51	δ-Amorphene	1507	1511 <sup>a</sup>	0.50	0.50	0.49	0.50	0.01	-	-	-	-	-	-	-
52	(E,E)-α-Farnesene	-	-	-	-	-	-	-	1738	1746 <sup>j</sup>	0.06	0.04	0.06	0.05	0.01
53	δ-Cadinene	1522	1522 <sup>a</sup>	3.03	3.02	3.02	3.02	0.01	1751	1748 <sup>j</sup>	3.56	3.60	3.51	3.56	0.04
54	Zonarene	1527	1528 <sup>a</sup>	0.46	0.45	0.44	0.45	0.01	-	-	-	-	-	-	-
55	trans-Cadina-1,4-diene	1536	1533 <sup>a</sup>	0.31	0.31	0.30	0.31	0.01	1773	1771 <sup>u</sup>	0.15	0.18	0.17	0.17	0.02
56	α-Cadinene	1541	1537 <sup>a</sup>	0.73	0.72	0.71	0.72	0.01	1783	1779 <sup>j</sup>	0.07	0.08	0.08	0.08	0.00
57	<b>Germacrene B</b>	<b>1563</b>	<b>1559<sup>a</sup></b>	<b>4.66</b>	<b>4.67</b>	<b>4.67</b>	<b>4.66</b>	<b>0.00</b>	<b>1818</b>	<b>1811<sup>p</sup></b>	<b>6.31</b>	<b>6.35</b>	<b>6.20</b>	<b>6.29</b>	<b>0.08</b>
58	(E)-Nerolidol	1566	1561 <sup>a</sup>	0.12	0.13	0.12	0.12	0.00	2058	2050 <sup>v</sup>	0.48	0.55	0.49	0.51	0.04
59	Caryophyllene oxide	1586	1582 <sup>a</sup>	0.18	0.18	0.18	0.18	0.00	1982	1986 <sup>u</sup>	0.52	0.57	0.55	0.55	0.02
60	Guaiol	1593	1600 <sup>a</sup>	0.18	0.19	0.19	0.19	0.00	-	-	-	-	-	-	-
61	Cubenol	-	-	-	-	-	-	-	2074	2080 <sup>e</sup>	0.08	0.10	0.09	0.09	0.01
62	1,10-di-epi-Cubenol	1619	1618 <sup>a</sup>	0.21	0.21	0.20	0.21	0.01	-	-	-	-	-	-	-
63	cis-Cadin-4-en-7-ol	1632	1635 <sup>a</sup>	0.40	0.40	0.35	0.38	0.03	-	-	-	-	-	-	-
64	Viridiflorol	-	-	-	-	-	-	-	2102	2109 <sup>w</sup>	0.08	0.05	0.04	0.06	0.02
65	Hinesol	1638	1640 <sup>a</sup>	0.21	0.21	0.19	0.20	0.01							
66	spathulenol	-	-	-	-	-	-	-	2136	2126 <sup>u</sup>	0.12	0.18	0.12	0.14	0.03

67	$\alpha$ -Muurolol (=Torreyol)	1647	1644 <sup>a</sup>	0.56	0.56	0.56	0.56	0.00	-	-	-	-	-	-	-
68	$\alpha$ -Cadinol	1659	1652 <sup>a</sup>	0.29	0.28	0.29	0.28	0.00	-	-	-	-	-	-	-
<b>Monoterpenos hidrocarbonados</b>							22.1							18.8	
							2							9	
<b>Monoterpenos oxigenados</b>							1.29							1.14	
<b>Sesquiterpenos hidrocarbonados</b>							70.7							75.6	
							9							8	
<b>Sesquiterpenos oxigenados</b>							2.13							1.34	
<b>Otros</b>							0.22							0.00	
<b>TOTAL IDENTIFICADO</b>							<b>96.5</b>							<b>97.0</b>	
							<b>4</b>							<b>5</b>	

*Nota.* IR<sup>exp</sup>, índice de retención lineal obtenido en la experimentación; IR<sup>bib</sup> índice de retención lineal de bibliografía; LC1, LC2 y LC3 muestras del aceite esencial resultado de tres destilaciones; X, promedio de las tres destilaciones;  $\sigma$ , desviación estándar de las tres destilaciones; <sup>a</sup>, referencia utilizada en la identificación de compuestos de la columna DB5-ms (Ver Apéndice 2); <sup>m-w</sup>, referencias utilizadas para la identificación de compuestos de la columna HP-Innowax (Ver Apéndice 2)

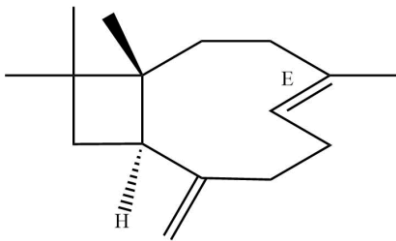
### 3.2.2.1. Compuestos mayoritarios de la especie *Lantana camara*

Los compuestos mayoritarios detectados en el aceite esencial de *Lantana camara* son (E)-caryophyllene (15.46%), germacrene D (12.21%),  $\alpha$ -humulene (9.92%), bicyclogermacrene (7.06%),  $\gamma$ -terpinene (5.97%) y germacrene B (4.66%), los mismos que representan aproximadamente el 55% del aceite esencial.

- (E)-Caryophyllene

#### Figura 15

Estructura química del (E)-caryophyllene

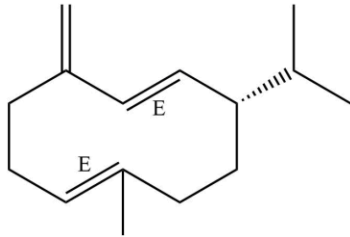


Aceites esenciales de la familia Verbenaceae contienen alto contenido de (E)-caryophyllene, entre ellos el aceite esencial de *Lantana camara* (Montanari et al., 2011), es considerado un constituyente mayoritario, generalmente encontrado, en el género *Lantana* (Sousa et al., 2010). En el presente estudio (E)-caryophyllene presenta un porcentaje de 15.5%, mientras en otros estudios, encontramos 14,6% (Valdez et. al.,2018), 23,8% (Barros et al., 2016), 13,9% (Richa et. al., 2012), 16,4% (Dua et. al., 2010) y 12,4% (Sunduful & Shoushan, 2004); es un sesquiterpeno que presenta importante actividad anticancerígena, puesto que inhibe el crecimiento y desarrollo de las células del cáncer (Fidy, Fiedorowicz, Strzadala, & Szumny, 2016), además es un agente antiinflamatorio y analgésico (Tambe, Tsujiuchi, Honda, Ikeshiro, & Tanaka, 1996). Industrialmente es utilizado en detergentes, en cremas y lociones y en una amplia variedad de productos alimenticios (Sköld, Karlberg, Matura, & Börje, 2006).

- Germacrene D

**Figura 16**

*Estructura química del Germacrene D*

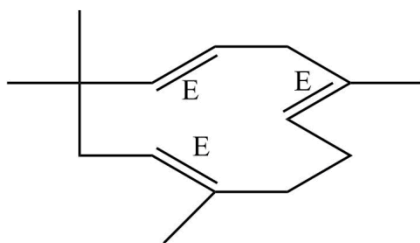


Es un sesquiterpeno encontrado como compuesto mayoritario de varias especies y a pesar de que su función biológica en las plantas no se ha comprendido del todo (Noge & Becerra, 2009), se ha reportado efectos biológicos relevantes, tales como, repelente contra los insectos *A. pisum* (Bruce et al., 2005) y garrapatas (*Boophilus microplus*) (Birkett et al., 2008). Germacrene D representa 12.2% del aceite esencial, mientras que encontramos en reportes de estudios previos muestran la siguiente proporción 19.3% (Valdez et al., 2018), 11.7% (Barros et al., 2016), 3.13% (Richa et. al., 2012), 7.4% (Dua et. al., 2010) y 15.9% (Sunduful & Shoushan, 2004).

- $\alpha$ -Humulene

**Figura 17**

*Estructura química del  $\alpha$ -Humulene*



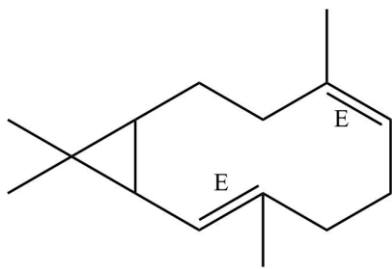
$\alpha$ -Humulene (9,92%) es un compuesto mayoritario del AE de *Lantana camara*, otros autores lo reportan en 9.51% (Valdez et al., 2018), 9.31% (Sunduful & Shoushan, 2004) y 8.22% (Dua et. al., 2010). Este compuesto corresponde al grupo de sesquiterpenos, reportes indican que posee actividad antitumoral (Legault, Dahl, Debiton, Pichette, & Madelmont,

2003), además la acción conjunta con  $\beta$ -caryophyllene aumenta la actividad anticancerígena, inhibiendo su crecimiento celular (Hadri et al., 2010)(Calva, 2017; Legault & Pichette, 2007). Reporta actividad inflamatoria (Fernandes et al., 2007) y anticonceptivas tópicas y sistémicas (Chaves, Leal, Pianowisky, & Calixto, 2008).

- Bicyclogermacrene

### Figura 18

*Estructura química del bicyclogermacrene*

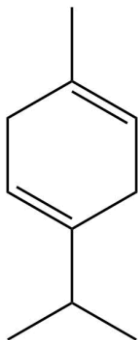


Bicyclogermacrene es un sesquiterpeno que presenta una actividad antiinflamatoria significativa (Ferreira et al., 2016; Mosaddik et al., 2004), en estudios previos se lo ha encontrado como constituyente mayoritario en cantidades no superiores al 10%, tales como 8.94%, 15.8% y 9.77% (Valdez et al., 2018; Barros et al., 2016; Richa et. al, 2012).

- $\gamma$ -terpinene

### Figura 19

*Estructura química del  $\gamma$ -terpinene*



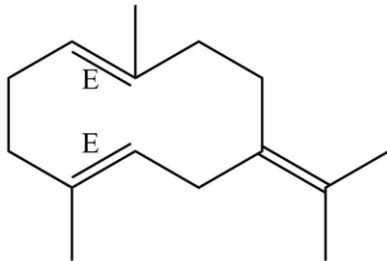
Forma parte del grupo de los monoterpenos, tiene una importancia biológica como agente acaricida evaluado en garrapatas (Cetin et al., 2010), actúa como antioxidante (Guo-

Xiang & Zai-Qun, 2009), antimicrobiano (Sato, Krist, & Buchbauer, 2007). Además, se comprobó su efectividad como alternativa en el tratamiento contra *Trypanosoma evansi* junto a  $\alpha$ -terpinene y terpienen-4-ol (Baldissera et al., 2016).

- Germacrene B

## Figura 20

Estructura química del germacrene D



Germacrene B ha sido evaluado organolépticamente por expertos, caracterizándolo como olor potente, dulce y cálido (Clark, Chamblee, & Iacobucci, 1987). En estudios previos, Valdez, et al. (2018), lo reporta como constituyente mayoritario en el aceite esencial de *Lantana camara*.

### 3.3. Efecto acaricida de los aceites *Melinis minutiflora* y *Lantana cámara*

#### 3.3.1. Aceite de *Melinis minutiflora*.

Del Hoyo et al. (2016), realizó la identificación de compuestos químicos en extractos de tallo y hoja de *Melinis minutiflora* y evaluó la actividad repelente e ixodocida contra larvas de *Amblyomma cajennense*. El efecto repelente y la acción ixodocida se evaluó con la prueba de olfactómetro e inmersión de larvas. Los resultados obtenidos evidenciaron que los extractos analizados de tallo y hoja tienen efecto repelente e ixodocida contra *A. cajennense* de acuerdo a los siguientes porcentajes 72 a 78 % y 77 a 84 %, respectivamente, afirmando que el efecto es por el sinergismo de los compuestos de los extractos.

Del Hoyo G. (2013), identificó los componentes químicos en los extractos de tallo y hoja del pasto *Melinis minutiflora*, así mismo evaluó la actividad repelente in vitro e in vivo y el efecto ixodocida contra larvas de garrapata *Amblyomma cajennense*, determinando que los

pastos *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha* tienen efecto repelente contra larvas de *A. cajennense*, aunque el pasto *M. minutiflora* presentó mayor eficacia.

Soares et al. (2010), citado por Archilla A., (2018), recomienda como una alternativa adecuada sembrar forrajes que repelen o no favorecen el desarrollo de las garrapatas, entre las especies recomendadas destaca *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus*, aunque una de las limitantes expuestas es que el contenido nutricional no es el adecuado para el ganado bovino.

Fernández M. (2003), investigó los efectos antigarrapatas del pasto *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus* contra *Boophilus microplus*, usando pasto *Cenchrus ciliaris*, como control, demostrando que el pasto *M. minutiflora* tuvo el mayor efecto antigarrapatas.

Esther N. (1995), analizó el comportamiento de escalada de *Rhipicephalus appendiculatus* en *Melinis minutiflora*, realizando experimentos con tallos verdes cortados de hierba, hierba seca en la sombra, hierba secada al sol, hierba lavada con disolvente y hierba que crece en una parcela de estudio; como control para todos los procesos se utilizó *Pennisetum clandestinum*. Se observó que todas las garrapatas evitaron escalar en el pasto *M. minutiflora*, mientras que la mayoría de las larvas, ninfas y adultos treparon en el control verde *P. clandestinum*.

Hernández et al. (1989), evaluó la acción repelente y acaricida de *Melinis minutiflora* sobre *Boophilus microplus*, demostrando la actividad repelente, acaricida y ovicida, argumentando también que los bovinos que pastan en potreros de *Melinis minutiflora*, son menormente infestados por *Boophilus microplus* que los que pastan en potreros vecinos con otros tipos de gramíneas. Así mismo destaca que los efectos observados son de naturaleza química y no físicos como se creía al atribuirle al contacto de los ácaros con los pelos de las hojas y tallos impidiendo el movimiento de las larvas.

Hernández et al. (1987), determinó la actividad repelente y acaricida del aceite del pasto *Melinis minutiflora* frente a *Boophilus microplus*; para evidenciar la acción acaricida utilizó la

técnica del emparedado de Shaw. La acción repelente evaluó utilizando una caja de repelencia. La concentración al 20% produjo mayor mortalidad e inhibición de oviposición en el 100% de las garrapatas adultas a las 24 horas. Los ensayos realizados para evaluar la repelencia sobre las larvas de *Boophilus microplus*, se observó una mayor actividad a la concentración del 20%.

En este estudio también se afirma que la fracción correspondiente al aceite del pasto *Melinis minutiflora* es responsable de la actividad biológica, encontrándose una correlación entre la actividad "in vitro" e "in vivo".

Thompson et al., (1978), citado por García, (2011), expone que ante las diversas problemáticas a nivel mundial producidas por las infestaciones de garrapatas y las pérdidas económicas, la tendencia es la búsqueda de alternativas para el uso de metabolitos secundarios producidos por algunas plantas ya que existen evidencias de que algunas especies vegetales poseen propiedades garrapaticidas, especialmente especies del género *Melinis minutiflora* entre otras.

### **3.3.2. Aceite de Lantana Camara.**

Barro A. (2015) expone los resultados al evaluar la eficacia del aceite esencial de *Lantana camara* en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* mediante pruebas de inmersión en adultos; en este estudio demostró la eficacia del aceite esencial de *L. camara* en dosis de (100 mg mL<sup>-1</sup>), especialmente en la reducción de la capacidad reproductiva en 55,65 %. Así mismo manifiesta que en el control de garrapatas muestra un efecto moderado por lo que recomienda nuevos estudios para potenciar los resultados encontrados.

Moyo B. (2009), evaluó las propiedades acaricidas y la seguridad de algunos materiales vegetales como *Ptaeroxylon obliquum*, *Aloe ferox*, *Lantana camara*, *Tagetes minuta*, utilizado por los agricultores rurales para controlar las garrapatas del ganado bovino. Los extractos de *L. camara* al 40% de concentración tuvieron eficacia del 57 %, mientras que las otras especies vegetales evaluadas no presentaron control efectivo.

## Conclusiones

Se determinó la composición química del aceite esencial de *Melinis minutiflora* en donde se identificaron 20 compuestos, representando el 93.21% de la composición total del aceite esencial. En su mayoría los compuestos detectados pertenecen al grupo de sesquiterpenos hidrocarbonados con un 49.89%.

En la especie *M. minutiflora*, se identificaron 8 compuestos mayoritarios, 1-tetradecanol (16.30%), (E)-caryophyllene (12.44 %), germacrene D (10.99%), (E)-nerolidol (8.28 %),  $\delta$ -cadinene (5.61 %),  $\alpha$ -humulene (5.36 %), viridiflorol (4.78 %) y (Z)- $\beta$ -farnesene (4.76 %).

Se identificó el aceite esencial de *Lantana camara* en la columna cromatográfica DB5-ms (96.54%), mientras que en HP-Innowax (97.05%). Se considera un AE de carácter sesquiterpénico al tener la presencia de 70.79% de sesquiterpenos hidrocarbonados, seguido de monoterpenos hidrocarbonados (22.12%), sesquiterpenos oxigenados (2.13%), monoterpenos oxigenados (22.12%).

Los compuestos mayoritarios detectados en el aceite esencial de *Lantana camara* son (E)-caryophyllene (15.46%), germacrene D (12.21%),  $\alpha$ -humulene (9.92%), bicyclogermacrene (7.06%),  $\gamma$ -terpinene (5.97%) y germacrene B (4.66%).

La especie *M. minutiflora* de acuerdo a las investigaciones desarrolladas y reportadas en diferentes publicaciones presenta propiedades repelentes y acaricidas frente a estados larvarios, adultas de *Amblyomma cajennense*, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

A la especie *Lantana camara* también se ha evaluado su efecto acaricida, aunque no existen muchos reportes como para el pasto *Melinis minutiflora*, también se le atribuye efectos acaricidas en especies de garrapatas del género *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar el estudio fitoquímico de la parte no volátil de las especies estudiadas para el posible aislamiento e identificación de compuestos.

El presente trabajo puede ser empleado como base para futuras investigaciones de las especies ya que se tiene poca información de las mismas.

Continuar el estudio para determinar el efecto acaricida de los aceites obtenidos.

## Referencias

- Afify, A. E. M. M., El-Beltagi, H. S., Fayed, S. A., y Shalaby, E. A. (2011). Acaricidal activity of different extracts from *Syzygium cumini* L. Skeels (Pomposia) against *Tetranychus urticae* Koch. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1 (5), 359–364. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60080-4](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60080-4)
- Afoulous, S., Ferhout, H., Raelison, E. G., Valentin, A., Moukarzel, B., Couderc, F., & Bouajila, J. (2013). Chemical composition and anticancer, antiinflammatory, antioxidant and antimalarial activities of leaves essential oil of *Cedrelopsis grevei*. *Food and Chemical Toxicology*, 56, 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.02.008>
- Akin, M., Saraçoğlu, H. T., Demirci, B., Başer, K. H. C., y Küçüködük, M. (2012). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different parts of *Bupleurum rotundifolium* L. *Records of Natural Products*, 6(3), 316–320.
- Alam, A., Verma, K., Kumari, A. and Sharma, V., (2009). Evaluation of antibacterial activity of certain plant extracts against some bacterial strains. *MYCOPATH*, 13(1).
- Álvarez J.; Hernández L.; Riaño I.; Galindo G. (1986). Aislamiento e identificación de algunos compuestos del aceite del pasto *Melinis minutiflora*. *Revista Colombiana de Ciencias Químicas Farmacéuticas*. Volumen 15, Número 1.
- Araújo, M. J. C., Câmara, C. A. G., Born, F. S., Moraes, M. M., y Badji, C. A. (2012). Acaricidal activity and repellency of essential oil from *Piper aduncum* and its components against *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology*, 57(2), 139–155. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9545-x>.
- Archila Barrera O., Pulido Medellín M., Fernandez Jimenez M., Garcia Corredor J. (2018). Estado actual y estrategias de manejo en la resistencia al tratamiento químico en garrapatas del ganado bovino. *Revista infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*. Vol 1. No. 1.
- Arrieta García, E. J., Arcón Ramos, A. M., Pérez Parra, J. J., Argel Aguilar, A., Alvarez Pinto,

- M., & Pérez Lozano, J. E. (2018). Fitoquímica de *Ambrosia artemisiifolia* L, *Croton conduplicatus* kunth, *Lantana camara* L, de la región norte de Colombia. REVISTA DE LA ASOCIACION COLOMBIANA DE CIENCIAS BIOLOGICAS, 1(30), 44-51. Recuperado a partir de <https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/154>
- Aubry, P., Geale, D.W. (2011). A review of bovine anaplasmosis. *Transbound. Emerg. Dis.* 58, 1–30.
- Avci, A. B., Korkmaz, M., y Özçelik, H. (2014). Essential oil composition of *Cymbocarpum erythraeum* (DC.) Boiss. from Turkey. *Natural Product Research*, 28(9), 636–640. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.891116>
- Baldissera, M. D., Grando, T. H., Souza, C. F., Gressler, L. T., Stefani, L. M., da Silva, A. S., & Monteiro, S. G. (2016). In vitro and in vivo action of terpinen-4-ol,  $\gamma$ -terpinene, and  $\alpha$ -terpinene against *Trypanosoma evansi*. *Experimental Parasitology*, 162, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2016.01.004>
- Barro Alvez, Moreira de Andrade I, Silva Filho A, Vieira Costa J, Vasconcelos Costa L, Avelar Magalhaes J, Carvalho Castro K. (2015). Eficácia in vitro do óleo essencial de *Lantana camara* sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. X Congresso Nordestino de Produção Animal. Teresina Piauí.
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. CRC press.
- Birkett, M. A., Abassi, S. Al, Kröber, T., Chamberlain, K., Hooper, A. M., Guerin, P. M., ... Wadhams, L. J. (2008). Antiectoparasitic activity of the gum resin, gum haggard, from the East African plant, *Commiphora holtziana*. *Phytochemistry*, 69(8), 1710–1715. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2008.02.017>
- Bruce, T. J. A., Birkett, M. A., Blande, J., Hooper, A. M., Martin, J. L., Khambay, B., ... Wadhams, L. J. (2005). Response of economically important aphids to components of *Hemizygia petiolata* essential oil. *Pest Management Science*, 61(11), 1115–1121. <https://doi.org/10.1002/ps.1102>

- Calva, J. (2017). Determinación de la composición química, propiedades físicas, actividad biológica e identificación de enantiómeros del aceite esencial de la especie *Niphogeton dissecta* (Benth.) J.F. Macbr. (culantrillo del cerro) del cantón Saraguro de la provincia de Lo. Retrieved from <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2392/1/657X2098.pdf>
- Camilo, C., Alves, C., Galvao, F., Costa, D., Clemente, G., Custodio, M., ... Martins, J. (2017). Acaricidal activity of essential oils. *Trends in Phytochemical Research*, 1(4), 169–174. Retrieved from [http://tpr.iau-shahrood.ac.ir/article\\_531709\\_ca41f3d55a966df0922faf00e511f085.pdf](http://tpr.iau-shahrood.ac.ir/article_531709_ca41f3d55a966df0922faf00e511f085.pdf)
- Caranqui, J., Lozano, P., y Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33–45. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Carroll, J. F., Tabanca, N., Kramer, M., Elejalde, N. M., Wedge, D. E., Bernier, U. R., ... Başer, C. (2011). Essential oils of *Cupressus funebris*, *Juniperus communis*, and *J. chinensis* (Cupressaceae) as repellents against ticks (Acari: Ixodidae) and mosquitoes (Diptera: Culicidae) and as toxicants against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, 36(2), 258–269.
- Castañeda de Martin, N. (1982), Acción repelente y acaricida del *Melinis minutiflora* sobre el *Boophilus microplus*. Tesis de Posgrado en Farmacología, Depto. de Farmacia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Cetin, H., Cilek, J. E., Oz, E., Aydin, L., Deveci, O., y Yanikoglu, A. (2010). Acaricidal activity of *Satureja thymbra* L. essential oil and its major components, carvacrol and  $\gamma$ -terpinene against adult *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 170(3–4), 287–290. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.031>
- Chaves, J. S., Leal, P. C., Pianowisky, L., y Calixto, J. B. (2008). Pharmacokinetics and tissue distribution of the sesquiterpene  $\alpha$ -humulene in mice. *Planta Medica*, 74(14), 1678–1683. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088307>
- Chen, Z., Van Mol, W., Vanhecke, M., Duchateau, L., y Claerebout, E. (2019). Acaricidal

- activity of plant-derived essential oil components against *Psoroptes ovis* in vitro and in vivo. *Parasites and Vectors*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3654-x>
- Cheng, W. K., Summers, T., y Collings, N. (1998). The fast-response flame ionization detector. *Progress in Energy and Combustion Science*, 24(2), 89–124. [https://doi.org/10.1016/s0360-1285\(97\)00025-7](https://doi.org/10.1016/s0360-1285(97)00025-7)
- Choi, H. S., Kim, M. S. L., y Sawamura, M. (2002). The essential oils of *Thymus migricus* and *T. fedtschenkoi* var. *handelii* from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(1), 41–45. <https://doi.org/10.1002/ffj.1036>
- Choyal, R., y Kumar, S. (2010). Allelopathic effects of *Lantana camara* L . on in vitro seed germination of *Phaseolus mungo*. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*, 1(3), 177–182.
- Clark, B. C., Chamblee, T. S., y Iacobucci, G. A. (1987). HPLC Isolation of the Sesquiterpene Hydrocarbon Germacrene B from Lime Peel Oil and Its Characterization as an Important Flavor Impact Constituent. *J. Agric. Food Chem*, 514–518.
- Couladis, M., Tzakou, O., Stojanovic, D., Mimica-Dukic, N., y Jancic, R. (2001). The essential oil composition of *Salvia argentea* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(3), 227–229. <https://doi.org/10.1002/ffj.989>
- Davis, G. D., & Essenberg, M. (1995). (+)- $\delta$ -Cadinene is a product of sesquiterpene cyclase activity in cotton. *Phytochemistry*, 39(3), 553–567. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00067-H](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00067-H)
- Day, M., Wiley, C. J., Playford, J. (2003). *Lantana*: Current management status and future prospects. Monografía ACIAR. Disponible en [http://aciar.gov.au/files/node/506/mn102lantana\\_current\\_management\\_status\\_and\\_future\\_76357.pdf](http://aciar.gov.au/files/node/506/mn102lantana_current_management_status_and_future_76357.pdf)
- De Hofmman, E. (2000). *Mass spectrometry*. Encyclopedia of Chemical Technology.
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. J., y Balslev, H. (2008). Enciclopedia de

las Plantas Útiles del Ecuador (con extracto de datos). Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.

- De Oliveira, B. M. S., Melo, C. R., Santos, A. C. C., Nascimento, L. F. A., Nízio, D. A. C., Cristaldo, P. F., ... Bacci, L. (2019). Essential oils from *Varronia curassavica* (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and  $\alpha$ -humulene as an alternative to control *Dorymyrmex thoracicus* (Formicidae: Dolichoderinae). *Environmental Science and Pollution Research*, 26(7), 6602–6612. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-4044-1>
- Del Hoyo G. (2013). Identificación de compuestos químicos de *Melinis minutiflora*, efecto ixodicida y repelencia (in vivo e in vitro) sobre larvas de *Amblyomma cajennense*. Tesis de grado de Maestría en Ciencias em el Area de Ciencias Zootecnicas y Veterinarias. Xalisco - Nayarit.
- Del Hoyo G. MARTINEZ S., Loya Olguin J., Gomez Danes A. (2016). Composición química del extracto de *Melinis minutiflora* y su efecto repelente e ixodicida hacia larvas de *Amblyomma cajennense*. V. Congreso Intenracional de Producción Animal Tropical 2015. México
- Esther N. M Wangi, S. Essuman, G. P. Kaaya, E. Nyandat, D. Munyinyi and M. G. G. Kimondo. (1995). Repellence of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* by the grass *Melinis Minutiflora*. The internacional Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE), Nairobi, Kenia.
- Fernandes, E. S., Passos, G. F., Medeiros, R., da Cunha, F. M., Ferreira, J., Campos, M. M., ... Calixto, J. B. (2007). Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. *European Journal of Pharmacology*, 569(3), 228–236. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2007.04.059>
- Ferreira, P. M. P., Bezerra, D. P., Do Nascimento Silva, J., Da Costa, M. P., De Oliveira Ferreira, J. R., Alencar, N. M. N., ... Pessoa, C. (2016). Preclinical anticancer effectiveness of a fraction from *Casearia sylvestris* and its component Casearin X: In vivo

- and ex vivo methods and microscopy examinations. *Journal of Ethnopharmacology*, 186, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.04.011>
- Fidy, K., Fiedorowicz, A., Strzadala, L., y Szumny, A. (2016).  $\beta$ -caryophyllene and  $\beta$ -caryophyllene oxide-natural compounds of anticancer and analgesic properties. *Cancer Medicine*, 5, 3007–3017. <https://doi.org/10.1002/cam4.816>
- García L.. (2011). Evaluacion De Las Propiedades Acaricidas de *Piper Crassinervium Kunth. Piper Aequale Vahl. (Piperaceae)* Sobre Larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trabajo De Grado Para Optar El Título De Magister En Ciencias Agrarias Área Producción Animal Tropical
- Geier, J., Lessmann, H., Fuchs, T., y Andersen, K. E. (2006). Patch testing with myristyl alcohol. *Contact Dermatitis*, 55(6), 366–367. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2006.00949.x>
- Giraldo-cañas, D. (2016). Catálogo de la Familia Poaceae en Colombia. *Instituto de Botánica Darwinion*, 2(2), 139–247.
- Giraldo-Cañas, D., y Peterson, P. M. (2009). El género *Muhlenbergia* (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae: Muhlenbergiinae) en Colombia. *Caldasia*, 31(2), 269–302.
- Govindarajan, M., y Benelli, G. (2016).  $\alpha$ -Humulene and  $\beta$ -elemene from *Syzygium zeylanicum* (Myrtaceae) essential oil: highly effective and eco-friendly larvicides against *Anopheles subpictus*, *Aedes albopictus*, and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 115(7), 2771–2778. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5025-2>
- González, A., Villalobos, V., Pereyra, G., Rengifo, E., Marín, O., y Tezara, W.. (2009). Comparación ecofisiológica de tres especies del género *Lantana L.* (Verbenaceae). *Acta Botánica Venezuelica*, 32(2), 417-432. Recuperado en 06 de julio de 2020, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0084-590620090002000006&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-590620090002000006&lng=es&tlng=es).
- Graf, J. F., Gogolewski, R., Leach-Bing, N., Sabatini, G. A., Molento, M. B., Bordin, E. L., y

- Arantes, G. J. (2004). Tick control: An industry point of view. *Parasitology*, 129(SUPPL.).  
<https://doi.org/10.1017/S0031182004006079>
- Guo-Xiang, L., & Zai-Qun, L. (2009). Unusual antioxidant behavior of  $\alpha$ - and  $\lambda$ -terpinene in protecting methyl linoleate, DNA, and erythrocyte. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), 3943–3948. <https://doi.org/10.1021/jf803358g>
- Guan, W., Li, S., Yan, R., Tang, S., y Quan, C. (2007). Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry*, 101(4), 1558–1564.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.009>
- Guenther, E., y Ph, D. (1949). The Essential Oils. *Nature*, 163(4148), 663–663.  
<https://doi.org/10.1038/163663c0>
- Guevara-Fefer, P., Muñoz-Ocotoero, V., Llanos-Romero, R. E., Zúñiga-Ruiz, B., Cárdenas-Vázquez, R. J., Contreras-Jiménez, J. L., & Ocampo-Bautista, F. (2017). The Verbenaceae uses as an herbal resource in Mexico: an ethnobotanical-medical review. *Polibotánica*, 0(44), 195–216. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.14>
- Hadri, A., Gomez, M., Sanz, J., Gonzáles, A., Idaomar, M., Ribas, B., ... Sánchez, M. (2010). Cytotoxic activity of  $\alpha$ -humulene and transcaryophyllene from *Salvia officinalis* in animal and human tumor cells. *Anales de La Real Academia Nacional de Farmacia*, 76(3), 343–356.  
 Retrieved from <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L361335344>
- Hamouda, G. Ben, Hamrouni, L., Amri, I., Mohsen, H., Samia, G., Bassem, J., y Romane, A. (2018). Chemical Composition , Physico-Chemical Properties , Antifungal and Weed Killer Activities of *Pistacia Atlantica* desf. Essential Oils. *Asian Journal of Ethnopharmacology*, 4(2), 1–6.
- Harley, J., Nel, W., y Pretorius, V. (1958). Flame Ionization Detector for Gas Chromatography. *Nature*, 181.

- Hernández L.; Parra D.; Castañeda N. (1987). Acción Repelente y Acaricida del *Melinis minutiflora* sobre el *Boophilus microplus*. Revista Colombiana de Ciencias Químicas Farmacéuticas. Volumen 16, Número 1.
- Hernández L.; Parra D.; Ahumada A. (1989). Actividad repelente y acaricida del aceite y algunas fracciones cromatograficas del pasto *Melinis Minutiflora* frente al *Boophilus microplus*. Revista Colombiana de Ciencias Químicas Farmacéuticas. Volumen 17, Número 1.
- Hodkinson, T. R. (2018). *Evolution and Taxonomy of the Grasses (Poaceae): A Model Family for the Study of Species-Rich Groups*. *Annual Plant Reviews online* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0622>
- Iriarte del Hoyo Primitivo Gabriel. (2017). Identificación de Compuestos Químicos de *Melinis minutiflora*, Efecto Ixodocida y Repelencia (in vivo e in vitro) sobre larvas *Amblyomma cajennense*. Tesis de Maestría en Ciencias Zootécnicas y Veterinarias.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8–10), 603–608. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Jitendra P, Kumar GS, Deviprasad SP, Deepika S, Qureshi MS. (2011) ,Phytochemical and antihelmintic evaluation of *Lantana camara* (L) var, aculeate leaves against *Pheretimaposthuma*. *JGTPS.*;2(1):11–20.
- Joichi, A., Yomogida, K., Awano, K. I., y Ueda, Y. (2005). Volatile components of tea-scented modern roses and ancient Chinese roses. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(2), 152–157. <https://doi.org/10.1002/ffj.1388>
- Jorgensen, P. M., y León-Yáñez, S. (1999). Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. *Missouri Botanical Garden Press*, 75(i–viii), 1182.
- Kellogg, E.A. (2015). Flowering plants. Monocots: Poaceae. In: *The Families and Genera of Vascular Plants*, vol. 13 (ed. K. Kubitski), 1–416. Cham: Springer International.
- Kim, S. Il, Yi, J. H., Tak, J. H., y Ahn, Y. J. (2004). Acaricidal activity of plant essential oils

- against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Veterinary Parasitology*, 120(4), 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.12.016>
- Kimani, S. M., Chhabra, S. C., Lwande, W., Khan, Z. R., Hassanali, A., y Pickett, J. A. (2000). Airborne volatiles from *melinis minutiflora* P. Beauv., a non-host plant of the spotted stem borer. *Journal of Essential Oil Research*, 12(2), 221–224. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9699502>
- Klafke, G. M., Miller, R. J., Tidwell, J. P., Thomas, D. B., Sanchez, D., Feria Arroyo, T. P., & Pérez de León, A. A. (2019). High-resolution melt (HRM) analysis for detection of SNPs associated with pyrethroid resistance in the southern cattle fever tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 9(February), 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2019.03.001>
- Klopell, F. C., Lemos, M., Sousa, J. P. B., Comunello, E., Maistro, E. L., Bastos, J. K., y De Andrade, S. F. (2007). Nerolidol, an antiulcer constituent from the essential oil of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae). *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 62(7–8), 537–542. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-7-812>
- Manuel Fernandez-Rubalcaba, Francisco Preciado de la Torre, Carlos Cruz Vazques and Zeferino Garcia Vazques. (2003). Anti-tick effects of *melinis minutiflora* and *Andropogon gayanus* grasses on plost experimentally infest with *Boophilus microplus* larvae. *Experimental and Applied Acarology*. Netherlands.
- Moyo B., Masika P., Dube S., Maphosa V. (2009). An in-vivo study of the efficacy and safety of ethno-veterinary remedies used to control cattle ticks by rural farmers in the Eastern Cape Province of South Africa. *Trop Anim Health Prod*.
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitmam, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete (2019). Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. <<https://bioweb.bio/floraweb/librorojo>>, acceso martes, 7 de julio de 2020.

- Legault, J., Dahl, W., Debiton, E., Pichette, A., y Madelmont, J. C. (2003). Antitumor activity of balsam fir oil: Production of reactive oxygen species induced by  $\alpha$ -humulene as possible mechanism of action. *Planta Medica*, 69(5), 402–407. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39695>
- Legault, J., y Pichette, A. (2007). Potentiating effect of  $\beta$ -caryophyllene on anticancer activity of  $\alpha$ -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 59(12), 1643–1647. <https://doi.org/10.1211/jpp.59.12.0005>
- López A., G., Nuñez D., J., Aguirre T., L., & Flores M., E. (2018). Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(2), 396. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14494>
- López, G. L., De la Vega, M. R., y Sánchez, B. A. (2012). Extracción con fluidos supercríticos. *Reduca*, 4(10), 142.
- Martins, C. R. (2006). Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (CAPIMM-GORDURA): uma especie invasora do cerrado. Universidad de Brasilia.
- Martínez Gonzales, Sergio; Escalera Valente Francisco; Carmona Gasca Carlos; Avila Ramos Fidel. (2018). Estudio Preliminar de la Repelencia de los Ovinos a las Garrapatas. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*. Vol. 5. Nro. 17. Pag 18-22.
- Mengistu, G., Engidawork, E. and Nedi, T. (2015). Evaluation of the antidiarrhoeal activity of 80% methanol extract and solvent fractions of the leaves of *Lantana camara* linn (Verbenaceae) in mice. *Ethio Pharm J*, 31, pp.107-21
- Matienzo, Y., Ramos, B., y Rijo, E. (2003). Revisión Bibliográfica sobre *Lantana Camara* L. una Amenaza para la Ganadería. *Fitosanidad*, 7(4), 45–55.
- Montalvo, C., Santiana, J., León-Yáñez, S., Tye, A. (2017). Verbenaceae. En: León-Yáñez, S., R. Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

<<https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/ListaEspeciesPorFamilia/500467>>, acceso lunes, 6 de julio de 2020

- Montoya, G. (2010). Aceites Esenciales. Una Alternativa de Diversificación para el Eje Cafetero (Primera Ed). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Montanari, R. M., Barbosa, L. C. A., Demuner, A. J., Silva, C., Carvalho, L., y Andrade, N. (2011). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from verbenaceae species: alternative sources of (E)-caryophyllene and germacrene-D. *Quimica Nova*, 34(9), 1550–1555.
- Mosaddik, M. A., Banbury, L., Forster, P., Booth, R., Markham, J., Leach, D., y Waterman, P. G. (2004). Screening of some Australian Flacourtiaceae species for in vitro antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activity. *Phytomedicine*, 11(5), 461–466. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2003.12.001>
- Mostafa, K., Yadollah, Y., Fatemeh, S., & Naader, B. (2004). Comparison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*, 86, 587–591
- Nabe-Nielsen, J. (2001). Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 17 (1), 1–19. <https://doi.org/10.1017/S0266467401001018>
- Noge, K., & Becerra, J. X. (2009). Germacrene D, A common sesquiterpene in the genus *Bursera* (Burseraceae). *Molecules*, 14 (12), 5289–5297. <https://doi.org/10.3390/molecules14125289>
- Özcan, M., Akgül, A., Başçr, K. H. C., Özck, T., y Tabanca, N. (2001). Essential oil composition of sea fennel (*Crithmum maritimum*) from Turkey. *Nahrung - Food*, 45 (5), 353–356. [https://doi.org/10.1002/1521-3803\(20011001\)45:5<353::AID-FOOD353>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20011001)45:5<353::AID-FOOD353>3.0.CO;2-4)
- Parsons, J. J. (1972). Spread of African Pasture Grasses to the American Tropics. *Journal of Range Management*, 25(1), 12. <https://doi.org/10.2307/3896654>

- Passos, J.L., Barbosa, L.C.A., Demuner, A.J., Alvarenga, E.S., Silva, C.M.D. and Barreto, R.W. (2012). Chemical characterization of volatile compounds of *Lantana camara* L. and *L. radula* Sw. and their antifungal activity. *Molecules*, 17(10), pp.11447-11455.
- Pérez de León, A.A., Vannier, E., Almazán, C., Krause, P.J., 2014. Tick-borne protozoa. In: In: Sonenshine, D.E., Roe, R.M. (Eds.), *Biology of Ticks* 2nd Edition, vol. 2. Oxford University Press, New York, pp. 147–179.
- Pérez-López, A., Cirio, A. T., Rivas-Galindo, V. M., Aranda, R. S., y De Torres, N. W. (2011). Activity against streptococcus pneumoniae of the essential oil and  $\delta$ -cadinene isolated from schinus molle fruit. *Journal of Essential Oil Research*, 23(5), 25–28. <https://doi.org/10.1080/10412905.2011.9700477>
- Peterson, J. K., Horvat, R. J., & Elsey, K. D. (1994). Squash leaf glandular trichome volatiles: Identification and influence on behavior of female pickleworm moth [*Diaphania nitidalis* (Stoll.)] (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(8), 2099–2109. <https://doi.org/10.1007/BF02066246>
- Ravi, N., Mohanan, N. N., Nehru, J., y Botanic, T. (2004). *Melinis minutiflora* P . Beauv (Poaceae), an interesting new record for peninsular India. *Journal Economic Taxonomic Ant Botanic*, 28 (1), 81–84.
- Romero Martins, C., du Vall Hay, J., Walter, B. M. T., Proença, C. E. B., y Vivaldi, L. J. (2011). Impact of invasion and management of molasses grass (*Melinis minutiflora*) on the native vegetation of the Brazilian Savanna. *Revista Brasileira de Botanica*, 34 (1), 73–90. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100008>
- Rotman, A., y Múlgura de Romero, M. (2012). Verbenaceae. *Universidad Nacional de Salta*, 11, 1–83. Retrieved from [www.darwin.edu.ar/](http://www.darwin.edu.ar/)
- Rufino, A. T., Ribeiro, M., Sousa, C., Judas, F., Salgueiro, L., Cavaleiro, C., y Mendes, A. F. (2015). Evaluation of the anti-inflammatory, anti-catabolic and pro-anabolic effects of E-caryophyllene, myrcene and limonene in a cell model of osteoarthritis. *European Journal of Pharmacology*, 750, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2015.01.018>

- Sanders, R. W. (2001). The Genera of Verbenaceae in the Southeastern United States. *Harvard Papers in Botany*, 5(2), 303–358. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/41761611> .
- Salada, J.A.T., Balala, L.M. and Vasquez, E.A. (2015). Phytochemical and Antibacterial Studies of *Lantanacamera* L. Leaf Fraction and Essential Oil. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), p.4.
- Santos, R., Millet, P., Bezerra, P., Vanusa, M., Ferraz, D., y Henrique, N. (2015). (E)-Caryophyllene and  $\alpha$ -Humulene: *Aedes aegypti* Oviposition Deterrents Elucidated by Gas Chromatography-Electrophysiological Assay of *Commiphora leptophloeos* Leaf Oil. *PLOS ONE*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144586>
- Sato, K., Krist, S., & Buchbauer, G. (2007). Antimicrobial effect of vapours of geraniol, (R)-(-)-linalool, terpineol,  $\gamma$ -terpinene and 1,8-cineole on airborne microbes using an airwasher Kei. *Flavour and ...*, (April), 311–316. <https://doi.org/10.1002/ffj>
- Schmidt, C. O., Bouwmeester, H. J., Franke, S., y König, W. A. (1999). Mechanisms of the biosynthesis of sesquiterpene enantiomers (+)- and (-)-germacrene D in *solidago canadensis*. *Chirality*, 11(5–6), 353–362. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-636X\(1999\)11:5/6<353::AID-CHIR2>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-636X(1999)11:5/6<353::AID-CHIR2>3.0.CO;2-L)
- Sköld, M., Karlberg, A. T., Matura, M., y Börje, A. (2006). The fragrance chemical  $\beta$ -caryophyllene - Air oxidation and skin sensitization. *Food and Chemical Toxicology*, 44(4), 538–545. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.08.028>
- Silva, T.S.C., Suffredini, I.B., Ricci, E.L., Fernandes, S.R.C., Gonçalves Jr, V., Romoff, P., Lago, J.H.G. and Bernardi, M.M. (2015). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Lantana camara* L. extract in mice. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 17(2), pp.224-229.
- Soria, A. C., González, M., De Lorenzo, C., Martínez-Castro, I., y Sanz, J. (2004). Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry*,

- 85(1), 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.06.012>
- Sousa, E. O., Colares, A. V., Rodrigues, F. F. G., Campos, A. R., Lima, S. G., y Costa, J. G. M. (2010). Effect of collection time on essential oil composition of *Lantana camara* Linn (Verbenaceae) growing in Brazil Northeastern. *Records of Natural Products*, 4(1), 31–37.
- Sperotto, A. R. M., Moura, D. J., Péres, V. F., Damasceno, F. C., Caramão, E. B., Henriques, J. A. P., & Saffi, J. (2013). Cytotoxic mechanism of *Piper gaudichaudianum* Kunth essential oil and its major compound nerolidol. *Food and Chemical Toxicology*, 57, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.013>
- Srivastava, R. C., & Choudhary, R. K. (2008). Species Diversity and Economic Importance of the Family Verbenaceae in Arunachal Pradesh. *Bulletin of Arunachal Forest Research*, 24(1 & 2), 1–21.
- Stashenko, E. (2009). *Aceites esenciales*.
- Stashenko, E. (2019). El desarrollo y perspectivas de la industria de aceites esenciales en Colombia. *Memorias Institucionales UIS – Resúmenes del evento semana internacional de la ciencia*. Vol. 1 Núm. 1.
- Sylvestre, M., Pichette, A., Longtin, A., Nagau, F., y Legault, J. (2006). Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(1), 99–102. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.07.011>
- Tambe, Y., Tsujiuchi, H., Honda, G., Ikeshiro, Y., y Tanaka, S. (1996). Gastric cytoprotection of the non-steroidal anti-inflammatory sesquiterpene,  $\beta$ -caryophyllene. *Planta Medica*, 62(5), 469–470. <https://doi.org/10.1055/s-2006-957942>
- The Plant List. 2014. Versão 1.1. Available from: <http://www.theplantlist.org>. Cited 2014 Jun 10.
- Tolosa, T. A., Tamiru, A., Midega, C. A. O., Van Den Berg, J., Birkett, M. A., Woodcock, C. M., ... Khan, Z. R. (2019). Molasses Grass Induces Direct and Indirect Defense Responses in Neighbouring Maize Plants. *Journal of Chemical Ecology*, 45(11–12), 982–992.

<https://doi.org/10.1007/s10886-019-01122-z>

- Trevizan, L. N. F., Nascimento, K. F. do, Santos, J. A., Kassuya, C. A. L., Cardoso, C. A. L., Vieira, M. do C., ... Formagio, A. S. N. (2016). Anti-inflammatory, antioxidant and anti-*Mycobacterium tuberculosis* activity of viridiflorol: The major constituent of *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk. *Journal of Ethnopharmacology*, 192, 510–515. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.08.053>
- Ulloa Ulloa, C. & Moeller Jorgensen, P. (1995). *Arboles y arbustos de los andes del Ecuador, Quito-Michigan (EEUU); Abya-Yala*
- Valdez T. Adrian; Delgado Ernesto; Ramírez Jorge. (2018). Actividad adulticida y composición química del aceite esencial de hojas de *Lantana camara* sobre *Drosophila melanogaster*. *MASKANA*. Vol. 9, No. 1.
- Webster, R. D. (1988). Genera of the North American Paniceae (Poaceae: Panicoideae). *Systematic Botany*, 13(4), 576. <https://doi.org/10.2307/2419204>
- Yoshihara, K., Ohta, Y., Sakai, T., & Hirose, Y. (1969). Germacrene D, a key intermediate of cadinene group compounds and bourbonenes. *Tetrahedron Letters*, 4(27), 2263–2264.

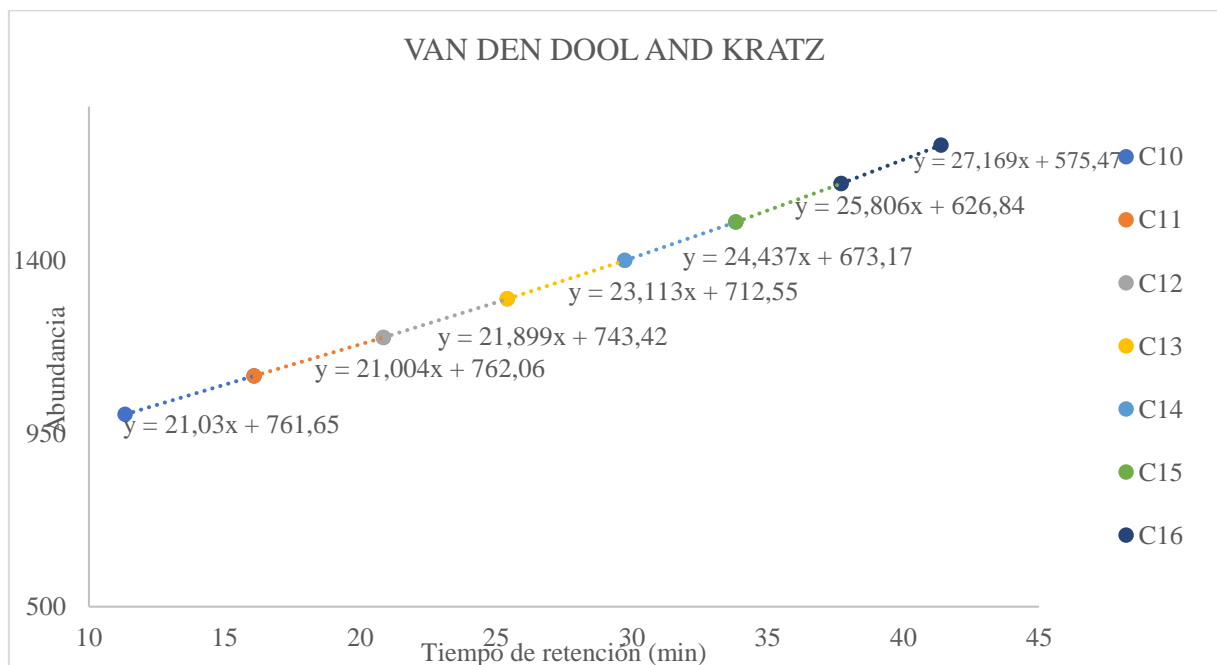
## Apéndices

### Apéndice 1:

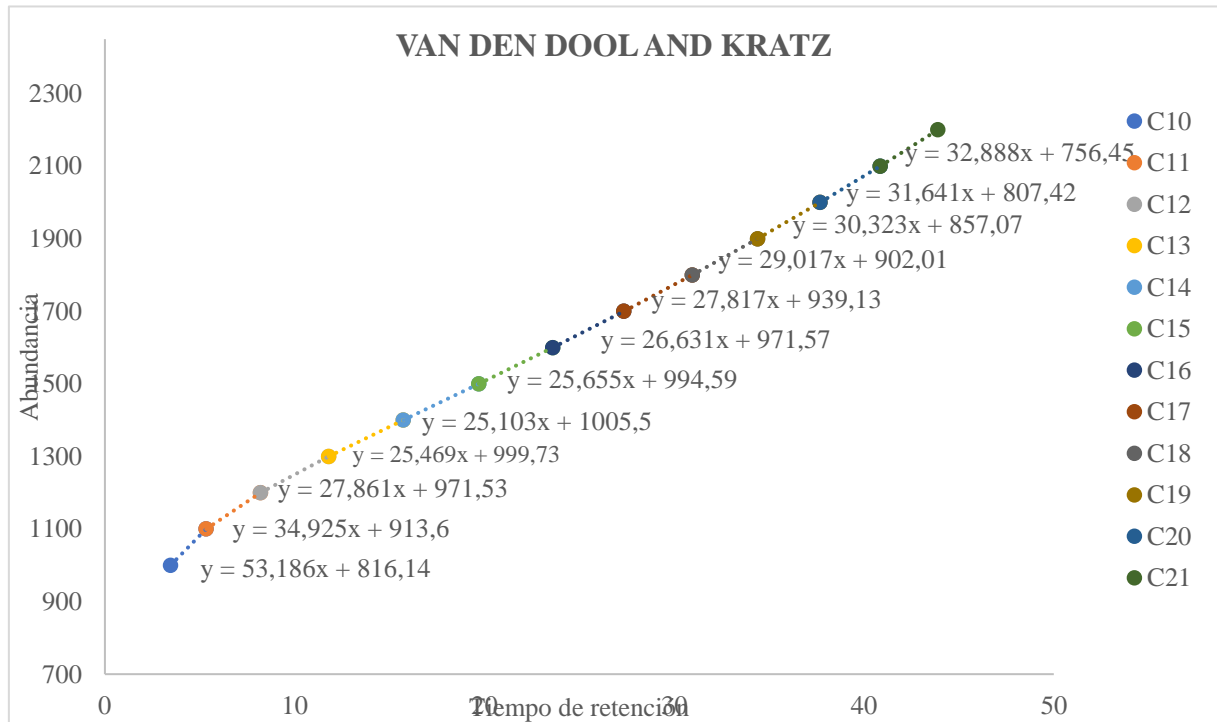
#### Cálculo del Índice de Retención Lineal

El índice de retención lineal de cada compuesto para la caracterización cualitativa de los aceites esenciales se determina según Van Den Dools and Kratz (Adams,2007), esto es a partir de las ecuaciones obtenidas por la inyección de hidrocarburos, en función del tiempo de retención y abundancia de cada hidrocarburo, las mismas que se detallan a continuación.

#### Ecuaciones utilizadas en los índices de retención de la columna DB5-ms



### Ecuaciones utilizadas en los índices de retención de la columna HP-Innowax



#### Apéndice 2:

#### Referencia de los índices de retención de la columna DB5-ms

[a] Adams, R. P. (2007). Identification Of Essential Oil Components By Gas Chromatography / Mass Spectrometry, 4th ed. Allured Publishing Corporation: Carol Stream, IL, USA

#### Referencias de los índices de retención de la columna HP-Innowax

[b] Soria, A. C., González, M., De Lorenzo, C., Martínez-Castro, I., & Sanz, J. (2004). Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. Food Chemistry, 85(1), 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.06.012>

[c] Hamouda, G. Ben, Hamrouni, L., Amri, I., Mohsen, H., Samia, G., Bassem, J., & Romane, A. (2018). Chemical Composition, Physico-Chemical Properties, Antifungal and Weed Killer Activities of *Pistacia Atlantica desf.* Essential Oils. Asian Journal of Ethnopharmacology, 4(2), 1–6

- [d]** Özcan, M., Akgül, A., Başer, K. H. C., Özçk, T., & Tabanca, N. (2001). Essential oil composition of sea fennel (*Crithmum maritimum*) from Turkey. *Nahrung - Food*, 45(5), 353–356. [https://doi.org/10.1002/1521-3803\(20011001\)45:5<353: AID-FOOD353>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20011001)45:5<353: AID-FOOD353>3.0.CO;2-4)
- [e]** Demirci, F., Paper, D. H., Franz, G., & Hüsnü Can Başer, K. (2004). Investigation of the *Origanum onites* L. Essential Oil Using the Chorioallantoic Membrane (CAM) Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(2), 251–254. <https://doi.org/10.1021/jf034850k>
- [f]** Özek, Gulmira, Suleimen, Y., Tabanca, N., Doudkin, R., Gorovoy, P. G., Göger, F., ... Başer, K. H. C. (2014). Chemical diversity and biological activity of the volatiles of five *Artemisia* species from Far East Russia. *Records of Natural Products*, 8(3), 242–261.
- [g]** Hachicha, S., Skanji, T., Barrek, S., Ghrabi, Z. & Zarrouk, H. (2007). Composition of the essential oil of *Teucrium ramosissimum* Desf. (*Lamiaceae*) from Tunisia. *Flavour and Fragrance Journal*, 22, 101-104.
- [h]** Choi, H. S., Kim, M. S. L., & Sawamura, M. (2002). The essential oils of *Thymus migricus* and *T. fedtschenkoi* var. *handellii* from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(1), 41–45. <https://doi.org/10.1002/ffj.1036>
- [i]** Joichi, A., Yomogida, K., Awano, K. I., & Ueda, Y. (2005). Volatile components of tea-scented modern roses and ancient Chinese roses. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(2), 152–157. <https://doi.org/10.1002/ffj.1388>
- [j]** Paolini, J., Muselli, A., Bernardini, A., Bighelli, A., Casanova, J., & Costa, J. (2007). Thymol derivatives from essential oil of *Doronicum corsicum* L. *Flavour and Frangance Journal*, (October), 479–487. <https://doi.org/10.1002/ffj>
- [k]** Couladis, M., Tzakou, O., Stojanovic, D., Mimica-Dukic, N., & Jancic, R. (2001). The essential oil composition of *Salvia argentea* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(3), 227–229. <https://doi.org/10.1002/ffj.989>
- [l]** Akin, M., Saraçoğlu, H. T., Demirci, B., Başer, K. H. C., & Küçüködük, M. (2012). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different parts of *Bupleurum rotundifolium* L. *Records of Natural Products*, 6(3), 316–320.

- [m] Solis-Quispe, L., Tomaylla-Cruz, C., Callo-Choquelvica, Y., Solís-Quispe, A., Rodeiro, I., Hernández, I., ... Pino, J. A. (2016). Chemical composition, antioxidant and antiproliferative activities of essential oil from *Schinus areira* L. and *Minthostachys spicata* (Benth.) Epl. grown in Cuzco, Peru. *Journal of Essential Oil Research*, 28(3), 234–240. <https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1120691>
- [n] Başer, K. Hüsnü Can, Demirci, B., Tabanca, N., Özek, T., & Gören, N. (2001). 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 and Fragrance Journal*, 16(3), 195–200. <https://doi.org/10.1002/ffj.977>
- [o] Özek, Gülmira, Bedir, E., Tabanca, N., Ali, A., Khan, I. A., Duran, A., ... Özek, T. (2018). Isolation of eudesmane type sesquiterpene ketone from *Prangos heyniae* H.Duman & M.F.Watson essential oil and mosquitocidal activity of the essential oils. *Open Chemistry*, 16(1), 453–467. <https://doi.org/10.1515/chem-2018-0051>
- [p] Feng, T., Cui, J., Xiao, Z., Tian, H., Yi, F., & Ma, X. (2011). Chemical Composition of Essential Oil from the Peel of Chinese *Torreya grandis* Fort. *Organic Chemistry International*, 2011, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2011/187372>
- [q] Başer, K. H.C., Özek, T., Demirci, B., & Duman, H. (2000). Composition of the essential oil of *Prangos heyniae* H. Duman et M. F. Watson, a new endemic from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 15(1), 47–49. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(200001/02\)15:1<47: AID-FFJ869>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(200001/02)15:1<47: AID-FFJ869>3.0.CO;2-9).
- [r] Tunalier, Z., Kirimer, N., & Baser, K. H. C. (2002). The composition of essential oils from various parts of *Juniperus foetidissima*. *Khimiya Prirodnikh Soedinenii*, 2002(1), 35–38
- [s] Smigielski, K., Raj, A., Krosowiak, K., & Gruska, R. (2009). Chemical Composition of the Essential Oil of *Lavandula angustifolia* Cultivated in Poland. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 12(3), 338–347. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643729>

- [t] Capetanos, C., Saroglou, V., Marin, P. D., Simić, A., & Skaltsa, H. D. (2007). Essential oil analysis of two endemic *Eryngium* species from Serbia. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 72(10), 961–965. <https://doi.org/10.2298/JSC0710961C>
- [u] Montalván, M., Peñafiel, M. A., Ramírez, J., Cumbicus, N., Bec, N., Larroque, C., ... Gilardoni, G. (2019). Chemical composition, enantiomeric distribution, and sensory evaluation of the essential oils distilled from the ecuadorian species *myrcianthes myrsinoides* (Kunth) grifo and *myrcia mollis* (Kunth) dc. (Myrtaceae). *Plants*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/plants8110511>
- [v] Carroll, J. F., Tabanca, N., Kramer, M., Elejalde, N. M., Wedge, D. E., Bernier, U. R., ... Başer, C. (2011). Essential oils of *Cupressus funebris*, *Juniperus communis*, and *J. chinensis* (Cupressaceae) as repellents against ticks (Acari: Ixodidae) and mosquitoes (Diptera: Culicidae) and as toxicants against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, 36(2), 258–269.
- [w] Valarezo, E., Castillo, 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. *Journal of Essential Oil Research*, 24(1), 31–37. <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.645638>