

Artículo Original / Original Article

Composición química y revisión de las propiedades acaricidas de los aceites esenciales de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*

[Chemical composition and review of the acaricidal properties of the essential oils of *Melinis minutiflora* and *Lantana camara*]

Wilmer Vacacela Ajila^{1,2}, Lucía Guzmán Ordóñez³, Catalina Rey Valeirón^{3,4},
Ernesto Delgado Fernández⁵, Edgar Benítez Gonzales¹, Hermógenes Chamba Ochoa¹,
Ruth Ortega Rojas⁶ y Jorge Ramírez Robles⁷

¹Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

²Maestría en Química Aplicada, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

³Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

⁴Universidad Francisco de Miranda, Coro, Venezuela

⁵Departamento de Biotecnología, Grupo de investigación INBIAM, Laboratorios Ciencias de la Vida, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador

⁶Carrera de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria, Unidad de Educación a Distancia, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

⁷Departamento de Química y Ciencias Exactas, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

Reviewed by:

Ana María Vazquez
Universidad Católica de Córdoba
Argentina

Valdir Veiga
Military Institute of Engineering
Brazil

Correspondence

Wilmer VACACELA AJILA
wilmer.vacacela@unl.edu.ec

Section Biological activity

Received: 10 September 2020

Accepted: 27 June 2021

Accepted corrected: 4 May 2022

Published: 30 July 2023

Citation:

Vacacela-Ajila W, Guzmán-Ordóñez L, Rey-Valeirón C, Delgado-Fernández E, Benítez-Gonzales E, Chamba-Ochoa H, Ortega Rojas R, Ramírez Robles J. Composición química y revisión de las propiedades acaricidas de los aceites esenciales de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 22 (4): 488 – 499 (2023). <https://doi.org/10.37360/blacpma.23.22.4.36>

Abstract: The present study determined the volatile chemical components of the essential oils (EA) of the *Melinis minutiflora* and *Lantana camara* species, by means of gas chromatography coupled to a mass spectrometer, the species were collected in the cantons of Quilanga and Loja, the extraction was carried out by steam distillation. In the essential oil (EA) of *M. minutiflora*, 20 compounds were identified, representing 93.21%, the compounds in the highest concentration: 1-tetradecanol (16.30%), (E) -caryophyllene (12.44%), germacrene D (10.99%), (E) -nerolidol (8.28%), δ -cadinene (5.61%), α -humulene (5.36%), viridiflorol (4.78%) and (Z) - β -farnesene (4.76%). In the AE of *L. camara*, 68 compounds were identified, representing 96.54%, the compounds with the highest concentration (E) -caryophyllene (15.46%), germacrene D (12.21%), α -humulene (9.92%), bicyclogermacrene (7.06 %), γ -terpinene (5.97%) and germacrene B (4.66%). The species *M. minutiflora* and *L. Camara* have repellent, acaricidal properties in adult larvae of *Amblyomma cajennense* and *Rhipicephalus (Boophylus) microplus*.

Keywords: Essential oil; *Melinis minutiflora*; *Lantana camara*; 1-tetradecanol; (E)-caryophyllene

Resumen: El presente estudio determinó los componentes químicos volátiles de los aceites esenciales (AEs) de las especies *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*, mediante cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masas, las especies se recolectaron en los cantones de Quilanga y Loja, la extracción se hizo mediante destilación por arrastre de vapor. En el aceite esencial (AE) de *M. minutiflora* se identificaron 20 compuestos, representan el 93,21%, los compuestos en mayor concentración: 1-tetradecanol (16,30%), (E)-cariofileno (12,44 %), germacreno D (10,99%), (E)-nerolidol (8,28 %), δ -cadineno (5,61 %), α -humuleno (5,36 %), viridiflorol (4,78 %) y (Z)- β -farneseno (4,76 %). En el AE de *L. camara* se identificaron 68 compuestos, representan el 96,54%, los compuestos en mayor concentración (E)-cariofileno (15,46%), germacreno D (12,21%), α -humuleno (9,92%), bicyclogermacreno (7,06%), γ -terpineno (5,97%) y germacreno B (4,66%); las especies *M. minutiflora* y *L. camara*, presentan propiedades repelentes, acaricidas en larvas, adultas de *Amblyomma cajennense* y *Rhipicephalus (Boophylus) microplus*.

Palabras clave: Aceite esencial; *Melinis minutiflora*; *Lantana camara*; 1-tetradecanol; (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 en brindar principios activos que han ayudado a prevenir y tratar un sinnúmero de enfermedades (García, 2011). 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, 2009).

Los aceites esenciales (AEs) son líquidos de naturaleza aceitosa, volátil, aromática. 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).

La especie *Melinis minutiflora*, aunque es nativa del África del Sur donde se denomina pasto Melazas, se identificó 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 Martín, 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 estos ácaros motivan al desarrollo del presente trabajo de investigación que permitió determinar la composición química de las especies *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*. También se una revisión de investigaciones en relación a la acción acaricida éstos aceites esenciales sobre la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Melinis minutiflora pertenece a la familia Poaceae, también conocida como familia de las gramíneas y constituye la tercera familia que contienen mayor número de géneros (Jorgensen et al., 1999); aproximadamente de 750 a 770 (Kellogg, 2015) y 11 500 especies (Hodkinson, 2018). La mayoría de las gramíneas de la familia Poaceae corresponden a especies endémicas andinas (León-Yanes et al., 2011) y su distribución ecológica es muy amplia (Giraldo-Cañas, 2016). Se ha sugerido que cerca del 40% de la superficie terrestre es cubierta por estas especies (León et al., 2018). El género *Melinis*, conocido como pasto gordura, yaragua, 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 et al., 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 Hawaii (Martins, 2006), ya que ha sido ampliamente introducida (Webster, 1988).

El género *Melinis* es considerado una gramínea muy invasora en competencia con especies nativas (Romero et al., 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 *Brachiaria mutica* y *Setaria sphacelata* (especies de consumo por bovinos) por su baja capacidad de producción de materia seca y valor nutritivo (López et al., 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 et al., 2008). La evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de *M. minutiflora* ha sido reportado como acaricida (Carroll et al., 2011; Camilo et al., 2017).

Lantana camara es una especie perteneciente a la familia Verbenaceae. Esta familia incluyen alrededor de 91 géneros y 1900 especies en todo el mundo (Srivastava y Choudhary, 2008). Se distribuye

especialmente en zonas subtropicales de América, África e India pero la mayor diversidad se localiza en las cordilleras de América del Centro y la región subtropical de América del Sur (Sanders, 2001). En Ecuador, se ha reportado la presencia de 22 géneros y 141 especies en total, de las cuales 23 especies son endémicas (Montalvo *et al.*, 2017).

En Ecuador, se encuentran alrededor de 17 especies (Ulloa y Moeller, 1995). En el parque Yasuní ubicado en las provincias de Pastaza y Orellana se detectó la presencia de esta familia en un 3% en especies de enredaderas leñosas (Nabe-Nielsen, 2001). Planta perenne (Matienzo *et al.*, 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 (León *et al.*, 2018). Matienzo *et al.* (2003), menciona 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. Se han reportado sus actividades biológicas como antibacteriana (Alam *et al.*, 2009; Salada *et al.*, 2015), antifúngicas (Passos *et al.*, 2012), antidiarreica (Mengistu *et al.*, 2015), antihelmíntica (Patel *et al.*, 2011) y antiinflamatorio (Silva *et al.*, 2015).

El grado de contaminación ambiental que ocasionan los plaguicidas, por su uso indiscriminado, afectan a los animales y a 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*, 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, 2011).

En el presente estudio se ha obtenido la composición química de los aceites esenciales de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*, y se ha investigado su potencial efecto acaricida, motivados por la búsqueda de alternativas para el control de garrapatas. Se ha reportado que los bovinos que pastorean en praderas del pasto *Melinis minutiflora*, presentan niveles muy bajos de infección por garrapatas, en comparación con potreros vecinos con otro tipo de pasto, donde la infestación es mayor (Fernández *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2018), en el caso de la *Lantana cámara*, de acuerdo a bioensayos realizados se ha determinado que tiene efectos importantes especialmente sobre *Drosophila melanogaster* (Valdez *et al.*, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

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, de la provincia de Loja, ubicada en la zona Sur del Ecuador.

En la Figura N° 1, se observan las ubicaciones geográficas de las especies estudiadas; 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 correspondió a floración y fructificación.



Figura N° 1
Mapa de recolección de las especies estudiadas

Diseño metodológico

La experimentación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Técnica Particular de Loja, de acuerdo a la siguiente descripción:

- Obtención del material vegetal, *Melinis minutiflora*, en el Cantón Quilanga y *Lantana camara*, en el cantón Loja provincia de Loja.
- Extracción de los aceites esenciales, a través del método de destilación por arrastre de vapor y determinación del rendimiento.
- Caracterización química del aceite esencial, se utilizaron columnas cromatográficas (DB5-ms y HP - Innowax), la caracterización se hizo mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG/EM) y cromatografía de gases acoplado a detector de ionización de la flama (CG/FID).

Extracción de los aceites esenciales (AEs)

Los AEs 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 fue recolectada en un florentino, donde se separó por diferencia de densidades. Las extracciones se realizaron por triplicado para cada especie vegetal objeto de estudio.

Determinación del rendimiento porcentual

El rendimiento porcentual del aceite esencial extraído 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 mediante una balanza analítica.

Caracterización química del aceite esencial

Las columnas de cromatografía empleadas fueron 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.

Las muestras se prepararon en un vial de cromatografía ámbar de 2 mL de capacidad, en el que se colocó 990 μL de diclorometano y 10 μL 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 realizaron tanto en la columna DB5-ms como en HP-Innowax, usadas para la determinación de los índices de retención lineales e identificación de cada uno de los compuestos.

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. camara*, se realizaron haciendo uso del 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, USA); software MSD ChemStation Build 75 26-Ago2003.

Las condiciones utilizadas para las técnicas cromatográficas en DB5-ms y HP-Innowax se describen a continuación: helio como gas de arrastre a un flujo constante de 1.00 mL/min; el sistema de inyección en modo split (40:1) a 220°C; el horno del cromatógrafo de gases se operó 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 de los aceites esenciales de *M. minutiflora* y *L. camara*.

La cuantificación de los compuestos identificados mediante CG-FID se realizó 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.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de los aceites esenciales

Aceite esencial de *Melinis minutiflora*

El rendimiento fue de 0,02 mL/kg, que equivale al 0,0019%. 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, el volumen obtenido está considerado como bajo.

Aceite esencial de *Lantana camara*

El rendimiento del aceite esencial fue de 0,07 mL/kg, equivalente al 0,0069%. 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, lo obtenido está considerado como bajo.

Caracterización química de los aceites esenciales

Aceite esencial de *Melinis minutiflora*

La composición química del aceite esencial de *Melinis minutiflora* se determinó en la columna de cromatografía HP-Innowax. En la Tabla N° 1, se muestra la identificación de 20 compuestos, representando el 93,21% de la composición total. Los compuestos detectados pertenecen al grupo de sesquiterpenos hidrocarbonados con un 49,89%.

Del total de compuestos obtenidos, se identificaron 8 compuestos en mayor concentración: 1-tetradecanol (16,30%), (E)-cariofileno (12,44%), germacreno D (10,99%), (E)-nerolidol (8,28%), δ -cadineno (5,61%), α -humuleno (5,36%), viridiflorol (4,78%) y (Z)- β -farneseno (4,76%), éstos representan el 68,52% del aceite esencial de *Melinis minutiflora*. A continuación, se describe cada uno de ellos.

- 1-Tetradecanol, conocido también como alcohol miristílico en la elaboración de productos cosméticos es utilizado como un emoliente (Avci et al., 2014), y ayuda en la solubilidad de los fluidos al trabajar con metales (Geier et al., 2006).
- (E)-Cariofileno, 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).

- Germacreno D, Kimani et al. (2000), reporta la presencia de Germacreno D, en un 5,0%. Este sesquiterpeno es un estimulante sexual de la cucharacha *Periplaneta americana* L, estimula la ovoposición de la polilla de la salmuera *Diaphania nitidalis* Stoll (Peterson et al., 1994). Además, es considerado como un importante intermediario en la síntesis de compuestos sesquiterpenoides (Yoshihara et al., 1969). Sus enantiómeros, (+)-Germacreno D y (-)-Germacreno D, han sido estudiados al ser sintetizados por varias especies vegetales (Schmidt et al., 1999).
- (E)-Nerolidol, sesquiterpeno que presenta 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.
- δ -Cadineno, es biosintetizado como producto de una actividad enzimática en cotiledones de algodón (Davis y Essenberg, 1995), es un componente activo contra la *Streptococcus pneumoniae*, responsable de causar infecciones respiratorias (Pérez-López et al., 2011). De igual forma que el compuesto (E)-nerolidol no ha sido reportado como constituyente mayoritario en estudios previos.
- α -Humuleno, ha sido reportado previamente en un 8,8% del AE. de *Melinis minutiflora* (Kimani et al., 2000), posee actividad anticancerígena (Sylvestre et al., 2006), su presencia como constituyente mayoritario del AE de *Syzygium zeylanicum* posee propiedades larvicidas muy elevadas (Govindarajan y Benelli, 2016). Además, la acción sinérgica con β -caryophyllene y (E)-nerolidol en el AE de *Piper aduncum* presenta actividad acaricida y actúa como repelente (Araújo et al., 2012).
- Viridiflorol, sesquiterpeno hidrocarbonado, estudios han demostrado que posee actividades biológicas tales como, antibacteriano, antiinflamatorio y antioxidante (Trevizan et al., 2016). No ha sido reportado en estudios previos en AE de la especie objeto de estudio.
- (Z)- β -Farneseno, Tolosa et al. (2019), reporta la presencia del sesquiterpeno (Z)- β -Farneseno como

compuesto mayoritario del AE de *Melinis minutiflora*, presenta una correlación significativa en la actividad anticancerígena (Afoulous et al., 2013).

Aceite esencial de *Lantana camara*

En la Tabla N° 2, Figura N° 2 y Figura N° 3, 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%. Considerado 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%).

Los compuestos que están en mayor concentración en el aceite esencial de *Lantana camara* son (E)-cariofileno (15,46%), germacreno D (12,21%), α -humuleno (9,92%), biciclogermacreno (7,06%), γ -terpineno (5,97%) y germacreno B (4,66%), los mismos que representan aproximadamente el 55% del aceite esencial.

- Las especies vegetales de la familia Verbenaceae contienen alto contenido de (E)-caryophyllene. En especial el aceite esencial obtenido de *Lantana camara* (Montanari et al., 2011), éste compuesto es considerado constituyente mayoritario, 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% (Bezerra et al., 2016), 13,9% (Rocha et al., 2020), 16,4% (Dua et al., 2010) y 12,4% (Valdes et al., 2018); es un sesquiterpeno que presenta importante actividad anticancerígena, puesto que inhibe el crecimiento y desarrollo de las células del cáncer (Fidyt et al., 2016), además es un agente antiinflamatorio y analgésico (Tambe et al., 1996). Industrialmente es utilizado en detergentes, cremas y lociones y en una amplia variedad de productos alimenticios (Sköld et al., 2006).
- Se han reportado efectos biológicos relevantes del Germacreno D, tales como, repelente contra los insectos *A. pisum* (Bruce et al., 2005) y garrapatas (*Boophilus microplus*) (Birkett et al., 2008). Germacreno D representa 12,2% del aceite

esencial, mientras que en reportes de estudios previos muestran la siguiente proporción: 19,3% (Valdez et al., 2018), 11,7% (Bezerra et al., 2016), 3,13% (Rocha et al., 2020), 7,4% (Dua et al., 2010) y 15,9% (Valdes et al., 2018).

- α -Humuleno, identificado en un 9,92%, autores también lo reportan como un compuesto del AE de *Lantana camara* en 9,51% (Valdez et al., 2018); 9,31% (Valdes et al., 2018) y 8,22% (Dua et al., 2010). Este compuesto corresponde al grupo de sesquiterpenos, posee actividad antitumoral (Legault et al., 2003), además en acción conjunta con β -caryophyllene aumenta la actividad anticancerígena, inhibiendo su crecimiento celular (Legault y Pichette, 2007; El Hadri et al., 2010; Calva, 2017) Reportan actividad antiinflamatoria y anticonceptivas tópicas (Chaves et al., 2008).
- El Biciclogermacreno, es un sesquiterpeno que presenta actividad antiinflamatoria (Mosaddik et al., 2004; Ferreira et al., 2016), en estudios previos se ha reportado como constituyente mayoritario en cantidades no superiores al 10%; 8,94%, 15,8% y 9,77% (Bezerra et al., 2016; Valdez et al., 2018; Rocha et al., 2020).
- El γ -terpineno forma parte del grupo de los monoterpenos, tiene importancia biológica como agente acaricida evaluado en garrapatas (Cetin et al., 2010), actúa como antioxidante (Li & Liu, 2009), antimicrobiano (Sato et al., 2007). También se comprobó su efectividad como alternativa en el tratamiento contra *Trypanosoma evansi* junto a α -terpinene y terpinen-4-ol (Baldissera et al., 2016).
- El Germacreno B ha sido evaluado organolépticamente por expertos, caracterizándolo como olor potente, dulce y cálido (Clark et al., 1987). En estudios previos, Valdez et al. (2018), lo reporta como constituyente mayoritario en el aceite esencial de *Lantana camara*.

Revisión del efecto acaricida de los aceites esenciales de *Melinis minutiflora* y *Lantana camara*

Aceite de *Melinis minutiflora*

Iriarte et al. (2018), realizó la identificación de compuestos químicos en extractos de tallo y hoja de *Melinis minutiflora* y evaluó la actividad repelente e ixodicida contra larvas de *Amblyomma cajennense*. El efecto repelente y la acción ixodicida 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 en un 72 a 78% e ixodicida 77 a 84%, contra *Amblyomma cajenense*, utilizando el extracto sin diluir, afirmando que el efecto producido es por el sinergismo de los compuestos de los extractos.

Iriarte (2013), identificó los componentes químicos en los extractos de tallo y hoja del pasto *Melinis minutiflora* y evaluó la actividad repelente *in vitro* e *in vivo* y el efecto ixodicida contra larvas de garrapata *A. cajennense*, determinando que el pasto *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha* tienen efecto repelente contra larvas de *A. cajennense*, aunque el pasto *M. minutiflora* presentó el mayor efecto repelente por la menor cantidad de larvas recuperadas.

Soares et al. (2010), 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-Ruvalcaba et al. (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 menor recuperación larvaria a través de las cuatro temporadas evaluadas, también se tomó en consideración las diferencias de temperatura y humedad durante el año, factores que no incidieron en la recuperación larvaria en el pasto *M. minutiflora* donde siempre fue menor.

Esther (1995), en un estudio para desarrollar pastos antigarrapatas, investigó el comportamiento trepador 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 pasto *Pennisetum clandestinum*.

Hernández et al. (1989), evaluó la acción repelente y acaricida de *Melinis minutiflora* sobre *Boophilus microplus*, argumentando también que los bovinos que pastan en potreros de *Melinis minutiflora*, son menormente infectados 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 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 diferentes diluciones con sus respectivos controles. La acción repelente se 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 repelencia en concentraciones del 20%.

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

Aceite de *Lantana camara*

Sousa et al. (2020), expone los resultados de evaluar la eficacia del aceite esencial de *Lantana camara* en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, mediante pruebas de inmersión en adultos y demostró la eficacia del aceite esencial de *L. camara* en dosis de (100 mg mL⁻¹), especialmente en la reducción de la capacidad reproductiva en 55,65%.

Moyo et al. (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 una reducción de carga de garrapatas promedio de 58%, mientras que las otras especies vegetales evaluadas no presentaron control efectivo.

CONCLUSIONES

En el AE de *Melinis minutiflora*, se identificaron 8 compuestos mayoritarios, 1-tetradecanol (16,30%), (E)-cariofileno (12,44%), germacreno D (10,99%), (E)-nerolidol (8,28%), δ -cadineno (5,61%), α -humuleno (5,36%), viridiflorol (4,78%) y (Z)- β -farneseno (4,76%).

Los compuestos mayoritarios detectados en el AE de *Lantana camara* fueron (E)-cariofileno (15,46%), germacreno D (12,21%), α -humuleno (9,92%), biciclogermacreno (7,06%), γ -terpineno (5,97%) y germacreno B (4,66%).

La especie *M. minutiflora* presenta propiedades repelentes y acaricidas frente a estados larvarios, adultas de *Amblyomma cajennense*, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

A la especie *Lantana camara* también se le atribuye efectos acaricidas en especies de garrapatas del género *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

REFERENCIAS

- Afoulous S, Ferhout H, Raelison EG, 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 Chem Toxicol** 56: 352 - 362. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.02.008>
- Alam A, Verma K, Kumari A, Sharma V. 2009. Evaluation of antibacterial activity of certain plant extracts against some bacterial strains. **Mycopath** 13: 13 - 19.
- Araújo MJC, Câmara CAG, Born FS, Moraes MM, Badji CA. 2012. Acaricidal activity and repellency of essential oil from *Piper aduncum* and its components against *Tetranychus urticae*. **Exp Appl Acarol** 57: 139 - 155. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9545-x>
- Avci AB, Korkmaz M, Özçelik H. 2014. Essential oil composition of *Cymbocarpum erythraeum* (DC.) Boiss. from Turkey. **Nat Prod Res** 28: 636 - 640. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.891116>
- Baldissera MD, Grando TH, Souza CF, Gressler LT, Stefani LM, da Silva AS, Monteiro SG. 2016. *In vitro* and *in vivo* action of terpinen-4-ol, γ -terpinene, and α -terpinene against *Trypanosoma evansi*. **Exp Parasitol** 162: 43 - 48. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2016.01.004>
- Bezerra JWA, Rodríguez FC, Costa AR, Rocha MI, Duarte AE, Barros LM. 2016. Potencial medicinal de *Lantana camara* L. (Verbenaceae): Uma revisao. **Cad Cult Ciênc** 15.
- Birkett MA, Abassi SA, Kröber T, Chamberlain K, Hooper AM, Guerin PM, Pettersson J, Pickett JA, Slade R, Wadhams LJ. 2008. Antiectoparasitic activity of the gum resin, gum haggard, from the East African plant, *Commiphora holtziana*. **Phytochemistry** 69: 1710 - 1715. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2008.02.017>
- Bruce TJA, Birkett MA, Blande J, Hooper AM, Martin JL, Khambay B, Prosser I, Smart LE, Wadhams LJ. 2005. Response of economically important aphids to components of *Hemizygia petiolata* essential oil. **Pest Management Sci** 61: 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 Loja.** Tesis, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- Camilo C, Nonato CFA, Galvão-Rodrigues FF, Costa WD, Clemente GG, Macedo MACS, Rodrigues FFG, Costa JGM. 2017. Acaricidal activity of essential oils. **Trends Phytochem Res** 1: 183 - 198.
- Carroll JF, Tabanca N, Kramer M, Elejalde NM, Wedge DE, Bernier UR, Coy M, Becnel JJ, Demirci B, Başer KHC, Zhang J, Zhang S. 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. **J Vect Ecol** 36: 258 - 269. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2011.00166.x>
- Castañeda de Martin N. 1982. **Acción repelente y acaricida del *Melinis minutiflora* sobre el *Boophilus microplus*.** Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Cetin H, Cilek JE, Oz E, Aydin L, Devci O, Yanikoglu A. 2010. Acaricidal activity of *Satureja thymbra* L. essential oil and its major components, carvacrol and γ -terpinene against adult *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae). **Vet Parasitol** 170: 287 - 290. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.031>
- Chaves JS, Leal PC, Pianowsky L, Calixto JB. 2008. Pharmacokinetics and tissue distribution of the sesquiterpene α -humulene in mice. **Planta Med** 74: 1678 - 1683. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088307>
- Choyal R, Kumar S. 2010. Allelopathic effects of *Lantana camara* L. on *in vitro* seed germination of *Phaseolus mungo*. **Ind J Fundament Appl Life Sci** 1: 177 - 182.
- Clark BC, Chamblee TS, Iacobucci GA. 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** 35: 514 - 518.
- Davis GD, Essenberg M. 1995. (+)- δ -Cadinene is a product of sesquiterpene cyclase activity in cotton.

- Phytochemistry** 39: 553 - 567. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00067-H](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00067-H)
- Day MD, Wiley CJ, Playford J, Zalucki MP. 2003. **Lantana: Current management status and future prospects**. Australian Centre for International Agricultural Research, <https://ageconsearch.umn.edu/record/114054>
- de la Torre L, Navarrete H, Muriel P, Macía MJ, 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 & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus, Dinamarca.
- de Oliveira BMS, Melo CR, Santos ACC, Nascimento LFA, Nízio DAC, Cristaldo PF, Blank AF, Bacci L. 2019. Essential oils from *Varronia curassavica* (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and α -humulene as an alternative to control *Dorymyrmex thoracicus* (Formicidae: Dolichoderinae). **Environm Sci Pollution Res** 26: 6602 - 6612. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-4044-1>
- Dua VK, Pande AC, Dash AP. 2010. Adulticidal activity of essential oil of *Lantana câmara* leaves against mosquitoes. **Ind J Med Res** 131: 434 - 439.
- El Hadri A, Del Río MAG, Sanz J, Coloma AG, Idaomar M, Ozonas BR, González JB, Reus MIS. 2010. Cytotoxic activity of α -humulene and transcaryophyllene from *Salvia officinalis* in animal and human tumor cells. **Anal Real Acad Nac Farm** 76: 343 - 356.
- Esther N, Wangi M, Essuman S, Kaaya GP, Nyandat E, Munyinyi D, Kimondo MGG. 1995. **Repellence of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* by the grass *Melinis minutiflora***. The internacional Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE), Nairobi, Kenya.
- Fernández-Ruvalcaba M, Preciado-De La Torre JF, Cordoba-Juarez G, García-Vazquez Z, Rosario-Cruz R, Saltijeral-Oaxaca J. 2003. Animal bait effect on the recovery of *Boophilus microplus* larvae from experimentally infested grass in Morelos, Mexico. **Parasitol Latinoam** 58: 54 - 58. <https://doi.org/10.4067/S0717-77122003000100009>
- Ferreira PMP, Bezerra DP, do Nascimento Silva J, da Costa MP, de Oliveira Ferreira JR, Alencar NMN, Figueiredo IST, Cavalheiro AJ, Machado CML, Chammasi R, Alves APNN, Moraes MO, 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. **J Ethnopharmacol** 186: 270 - 279. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.04.011>
- Fidy K, Fiedorowicz A, Strzadala L, Szumny A. 2016. β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide-natural compounds of anticancer and analgesic properties. **Cancer Med** 5: 3007 - 3017. <https://doi.org/10.1002/cam4.816>
- García L. 2011. **Evaluación de las propiedades acaricidas de *Piper crassinervium* Kunth., *Piper aequale* Vahl. (Piperaceae) sobre larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae)**. Tesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Geier J, Lessmann H, Fuchs T, Andersen KE. 2006. Patch testing with myristyl alcohol. **Contact Dermatitis** 55: 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: 139 - 247.
- Govindarajan M, Benelli G. 2016. α -Humulene and β -elemene from *Syzygium zeylanicum* (Myrtaceae) essential oil: highly effective and eco-friendly larvicides against *Anopheles subpictus*, *Aedes albopictus*, and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). **Parasitol Res** 115: 2771 - 2778. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5025-2>
- Hernández L, Parra D, Castañeda N. 1987. Acción repelente y acaricida de *Melinis minutiflora* sobre el *Boophilus microplus*. **Rev Colomb Cienc Quím Farmacéut** 16: 17 - 21.
- 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*. **Rev Colomb Cienc Quím Farmacéut** 17: 45 - 50.
- Hodkinson TR. 2018. Evolution and taxonomy of the grasses (Poaceae): A model family for the study of species-rich groups. **Ann Plant Rev Online** <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0622>
- Iriarte P. 2013. **Identificación de compuestos químicos de *Melinis minutiflora*, efecto ixodicida y repelencia (in vivo e in vitro) sobre larvas de *Amblyomma cajennense***. Tesis, Universidad Autonoma de Nayarit, Jalisco, Mexico.

- Iriarte P, Loya L, Gomez A, Valdez Y, Velásquez B, Martinez S. 2018. Chemical composition of *Melinis minutiflora* extract and its repellent and ixodicide effect on *Amblyomma cajennense* larvae. **Revista Científica** (Universidad del Zulia, Venezuela) 28: 11.
- Jorgensen PM, Neill DA, León-Yáñez S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. **Missouri Botanical Garden Press** 75: 1182. <http://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/introductions.html>
- Kimani SM, Chhabra SC, Lwande W, Khan ZR, Hassanali A, Pickett JA. 2000. Airborne volatiles from *Melinis minutiflora* P. Beauv., a non-host plant of the spotted stem borer. **J Essent Oil Res** 12: 221 - 224. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9699502>
- Klopell FC, Lemos M, Sousa JPB, Comunello E, Maistro EL, Bastos JK, de Andrade SF. 2007. Nerolidol, an antiulcer constituent from the essential oil of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae). **Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences** 62: 537 - 542. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-7-812>
- Legault J, Dahl W, Debiton E, Pichette A, Madelmont JC. 2003. Antitumor activity of balsam fir oil: Production of reactive oxygen species induced by α -humulene as possible mechanism of action. **Planta Med** 69: 402 - 407. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39695>
- Legault J, Pichette A. 2007. Potentiating effect of β -caryophyllene on anticancer activity of α -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. **J Pharm Pharmacol** 59: 1643 - 1647. <https://doi.org/10.1211/jpp.59.12.0005>
- León R, Bonifaz N, Gutiérrez F. 2018. **Pastos y forrajes del Ecuador, siembre y producción de pasturas**. Editorial Universitaria Abya – Yala, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- León-Yáñez S, Valencia R, Pitman N, Endara L, Ulloa C. 2011. **Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador**. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Li GX, Liu ZQ. 2009. Unusual antioxidant behavior of α - and λ -terpinene in protecting methyl linoleate, DNA, and erythrocyte. **J Agric Food Chem** 57: 3943 - 3948. <https://doi.org/10.1021/jf803358g>
- López AG, Nuñez D, Aguirre T, Flores ME. 2018. Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. **Rev Invest Vet Perú** 29: 396. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14494>
- Martins CR. 2006. **Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Capimm-Gordura): Uma espécie invasora do Cerrado**. Tesis, Universidad de Brasilia, Brasil.
- Martínez S, Escalera F, Carmona C, Avila F. 2018. Estudio preliminar de la repelencia de los ovinos a las garrapatas. **Rev Cienc Nat Agropec** 5: 18 - 22.
- Mengistu G, Engidawork E, 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: 107 - 121. <https://doi.org/10.4314/epj.v31i2.3>
- Matienco Y, Ramos B, Rijo E. 2003. Revisión bibliográfica sobre *Lantana camara* L. una amenaza para la ganadería. **Fitosanidad** 7: 45 - 55.
- Montalvo C, Santiana J, León-Yáñez S, Tye A. 2017. **Verbenaceae**. En: León-Yáñez S, Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Montanari RM, Barbosa LCA, Demuner AJ, Silva C, Carvalho L, Andrade N. 2011. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from verbenaceae species: alternative sources of (E)-caryophyllene and germacrene-D. **Quim Nova** 34: 1550 - 1555.
- Mosaddik MA, Banbury L, Forster P, Booth R, Markham J, Leach D, Waterman PG. 2004. Screening of some Australian Flacourtiaceae species for *in vitro* antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activity. **Phytomedicine** 11: 461 - 466. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2003.12.001>
- 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** 41: 1569 - 1576. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9348-1>
- Nabe-Nielsen J. 2001. Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. **J Trop Ecol** 17: 1 - 19. <https://doi.org/10.1017/S0266467401001018>
- Parsons JJ. 1972. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **J Range Management** 25: 12. <https://doi.org/10.2307/3896654>
- Passos JL, Barbosa LCA, Demuner AJ, Alvarenga ES, Silva CMD, Barreto RW. 2012. Chemical characterization

- of volatile compounds of *Lantana camara* L. and *L. radula* Sw. and their antifungal activity. **Molecules** 17: 11447 - 11455. <https://doi.org/10.3390/molecules171011447>
- Patel J, Kumar GS, Deviprasad SP, Deepika S, Qureshi MS. 2011. Phytochemical and antihelmintic evaluation of *Lantana camara* (L) var, aculeate leaves against *Pheretima posthuma*. **J Global Trends Pharmaceut Sci** 2: 11 - 20.
- Pérez-López A, Cirio AT, Rivas-Galindo VM, Aranda RS, de Torres NW. 2011. Activity against *Streptococcus pneumoniae* of the essential oil and δ -cadinene isolated from *Schinus molle* fruit. **J Essent Oil Res** 23: 25 - 28. <https://doi.org/10.1080/10412905.2011.9700477>
- Peterson JK, Horvat RJ, Elsey KD. 1994. Squash leaf glandular trichome volatiles: Identification and influence on behavior of female pickleworm moth [*Diaphania nitidalis* (Stoll.)] (Lepidoptera: Pyralidae). **J Chem Ecol** 20: 2099 - 2109. <https://doi.org/10.1007/BF02066246>
- Ravi N, Mohanan NN, Nehru J, Botanic T. 2004. *Melinis minutiflora* P. Beauv (Poaceae), an interesting new record for peninsular India. **J Econ Taxon Ant Bot** 28: 81 - 84.
- Rocha CH, Soldi C, Boff P, Boff MIC. 2020. Chemical composition of the leaf oils from two morphotypes of *Psidium cattleianum* at four phenological stages. **Nat Prod Res** 35: 4094 - 4097. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1721490>
- Romero Martins C, du Vall Hay J, Walter BMT, Proença CEB, Vivaldi LJ. 2011. Impact of invasion and management of molasses grass (*Melinis minutiflora*) on the native vegetation of the Brazilian Savanna. **Rev Bras Bot** 34: 73 - 90. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100008>
- Rufino AT, Ribeiro M, Sousa C, Judas F, Salgueiro L, Cavaleiro C, Mendes AF. 2015. Evaluation of the anti-inflammatory, anti-catabolic and pro-anabolic effects of E-caryophyllene, myrcene and limonene in a cell model of osteoarthritis. **Eur J Pharmacol** 750: 141 - 150. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2015.01.018>
- Sanders RW. 2001. The Genera of Verbenaceae in the Southeastern United States. **Harvard Papers Bot** 5: 303 - 358.
- Salada JAT, Balala LM, Vasquez EA. 2015. Phytochemical and antibacterial studies of *Lantana camara* L. leaf fraction and essential oil. **Int J Scientif Res Publications** 5: 1 - 5.
- Santos R, Millet P, Bezerra P, Vanusa M, Ferraz D, Henrique N. 2015. (E)-Caryophyllene and α -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, γ -terpinene and 1,8-cineole on airborne microbes using an airwasher Kei. **Flavour Fragrance J** 22: 435 - 437. <https://doi.org/10.1002/ffj.1818>
- Schmidt CO, Bouwmeester HJ, Franke S, König WA. 1999. Mechanisms of the biosynthesis of sesquiterpene enantiomers (+)- and (-)-germacrene D in *Solidago canadensis*. **Chirality** 11: 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 AT, Matura M, Börje A. 2006. The fragrance chemical β -caryophyllene - Air oxidation and skin sensitization. **Food Chem Toxicol** 44: 538 - 545. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.08.028>
- Silva TSC, Suffredini IB, Ricci EL, Fernandes SRC, Gonçalves V, Romoff P, Lago JHG, Bernardi MM. 2015. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Lantana camara* L. extract in mice. **Rev Bras Plant Med** 17: 224 - 229. https://doi.org/10.1590/1983-084X/11_109
- Sousa EO, Colares AV, Rodrigues FFG, Campos AR, Lima SG, Costa JGM. 2010. Effect of collection time on essential oil composition of *Lantana camara* Linn (Verbenaceae) growing in Brazil Northeastern. **Rec Nat Prod** 4: 31 - 37.
- Sousa EO, Lima AS, Lopes SG, Costa-Junior LM, Costa JGM. 2020. Chemical composition and acaricidal activity of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. essential oils on the tick *Rhipicephalus microplus*. **J Essent Oil Res** 32: 316 - 322. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1752320>
- Soares S, Sousa R, Ferreira L, Braz C, Dias de Sousa L, da Silva A, Ferreira L. 2010. Repellent activity of DEET against *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) nymphs submitted to different laboratory bioassays. **Rev Bras Parasitol Vet** 19: 12 - 16.
- Sperotto ARM, Moura DJ, Péres VF, Damasceno FC, Caramão EB, Henriques JAP, Saffi J. 2013. Cytotoxic mechanism of *Piper gaudichaudianum* Kunth essential oil and its major compound nerolidol. **Food Chem Toxicol** 57: 57 - 68. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.013>

- Srivastava RC, Choudhary RK. 2008. Species diversity and economic importance of the family Verbenaceae in Arunachal Pradesh. **Bull Arunachal Forest Res** 24: 1 - 21.
- Stashenko E. 2009. **Aceites esenciales**. Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Sylvestre M, Pichette A, Longtin A, Nagau F, Legault J. 2006. Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. **J Ethnopharmacol** 103: 99 - 102.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.07.011>
- Tambe Y, Tsujiuchi H, Honda G, Eshiro Y, Tanaka S. 1996. Gastric cytoprotection of the non-steroidal anti-inflammatory sesquiterpene, β -caryophyllene. **Planta Med** 62: 469 - 470.
<https://doi.org/10.1055/s-2006-957942>
- Tolosa TA, Tamiru A, Midega CAO, Van Den Berg J, Birkett MA, Woodcock CM, Bruce TJA, Kelemu S, Pickett JA, Khan ZR. 2019. Molasses grass induces direct and indirect defense responses in Neighbouring maize plants. **J Chem Ecol** 45: 982 - 992. <https://doi.org/10.1007/s10886-019-01122-z>
- Trevizan LNF, Nascimento KF, Santos JA, Kassuya CAL, Cardoso CAL, Vieira MC, Moreira FMF, Croda J, Formagio ASN. 2016. Anti-inflammatory, antioxidant and anti-*Mycobacterium tuberculosis* activity of viridiflorol: The major constituent of *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk. **J Ethnopharmacol** 192: 510 - 515. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.08.053>
- Valdez A, Delgado E, Ramírez J. 2018. Actividad adulticida y composición química del aceite esencial de hojas de *Lantana camara* sobre *Drosophila melanogaster*. **Maskana** 9: 21 - 30.
<https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.03>
- Webster RD. 1988. Genera of the North American Paniceae (Poaceae: Panicoideae). **Syst Bot** 13: 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: 2263 - 2264.
- Zappi DC, Ulloa CU, Jorgensen PM. 1995. Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador. **Kew Bulletin** 50: 188.
<https://doi.org/10.2307/4114635>