

**REVISIÓN DOCUMENTAL DE ACEITES ESENCIALES DE *Mentha piperita* Y *Origanum majorana* COMO
ANTIMICROBIANOS, UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA AL USO DE AGROQUÍMICOS.**

**LEYDI JOHANNA BARÓN MALAVER
ANGÉLICA NATHALIA GARCÍA RINCÓN**

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE BACTERIÓLOGO Y LABORATORISTA CLÍNICO

ASESOR (A)

JOVANNA ACERO GODOY MSc.

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ D.C. 2019**

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca – Bacteriología y Laboratorio Clínico



INTRODUCCIÓN

Uso indiscriminado de agroquímicos

Efecto negativo en el ambiente



Tomada de: www.chilebio.cl

Extinción de depredadores naturales de insectos

Disminución en la biomasa microbiana

Resistencia de plagas

¿Es posible utilizar los aceites esenciales de *Mentha piperita* y *Origanum majorana* para el control de microorganismos fitopatógenos como alternativa al uso de agroquímicos?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Identificar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Mentha piperita* y *Origanum majorana*, por medio de una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados entre 2010 - 2019.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar los resultados de estudios sobre la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de *Mentha piperita* y *Origanum majorana* en patógenos de cultivos agrícolas.
- Analizar la relación existente entre la composición química y la actividad biológica de los aceites esenciales de *Mentha piperita* y *Origanum majorana*, considerando la capacidad antimicrobiana e identificar los principales componentes responsables de esta.
- Establecer el método de extracción para la obtención de los aceites esenciales de *Mentha piperita* y *Origanum majorana*, el cual ofrezca un mayor rendimiento y pureza del aceite, según la bibliografía disponible.



ANTECEDENTES

Revisión bibliográfica

Schinus molle

Satureja hortensis

Citrus sinensis

Cymbopogon nardus

Cymbopogon citratus

Artemisia

Schinus

Mentha spicata

Sánchez García
et al.

Quintana
Obregón et al.

Bajpai et al.

Egipto
Badawy y
Abdelgaleil

Túnez
Hazem et al.

Sahara.
Sanaa K.
Bardaweel

2008

2009

2010

2013

2014

2015

2016

2017

2018

Lucietta Betti

Siria
Ibrahim y
Naser

Turquía
Gormez et al.

México
Rodríguez L.
et al.

México
Leticia Barrera y
Laura García

México
Borboa et al.



ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales son mezclas altamente concentradas, volátiles e hidrófobas de productos químicos extraídos de las plantas. Están constituidos principalmente por terpenos (75% al 90%) con actividad y composición variada. Su textura final es generalmente líquida y rara vez son sólidos o pastosos

Métodos de extracción

Hidrodestilación

Arrastre por vapor

Prensado/Raspado

Enflueraje

Extracción con grasa caliente

Extracción con disolventes

*Menta
piperita*



Tomada de: www.gen.hr

TAXONOMÍA

Reino: *Plantae*
Filo: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Lamiales*
Familia: *Lamiaceae*



*Origanum
majorana*

Tomada de: nurserylive.com

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

50 a 90 centímetros de altura, tallos ramificados, suelen ser violetas, hojas oscuras o de color verde claro, ovaladas y serradas, flores púrpuras o rosadas.

15 a 50 cm de alto, aromática, hojas pequeñas alrededor de 1,5 cm de largo, redondas y blanquecinas, flores son pequeñas de color blanco, rosado pálido o rojizas.

ZONA DE CRECIMIENTO

Crece en un lado soleado y prefiere suelos ácidos, neutros y básicos, livianos, medios, pero también puede crecer en suelos arcillosos y pesados.

Crece en zonas secas, no cultivadas, preferiblemente en suelos calizos, necesita un lugar soleado, no soporta los inviernos crudos.

DISEÑO METODOLÓGICO

Artículos científicos 2010-2019

Scopus, Science Direct, Annual Reviews, Scielo, NCBI, ProQuest Central y Google Académico

- Métodos de obtención
- Composición química
- Actividad antimicrobiana

M. piperita y O. majorana

Recolección documental de datos

Internet, artículos y libros.

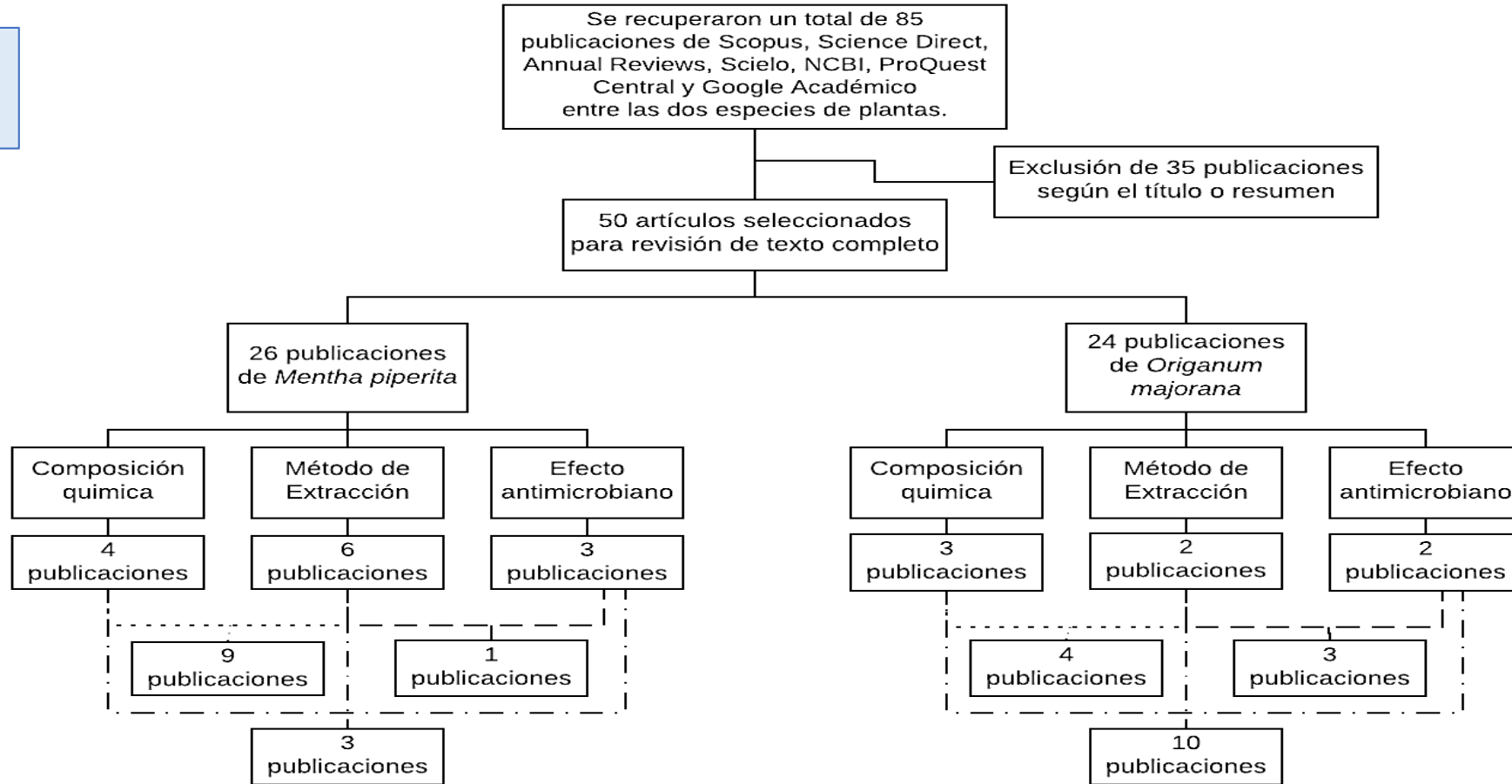
Búsqueda libre

- Aceites esenciales
- Análisis uso de agroquímicos
- M. piperita y O. majorana*



OBTENCIÓN DE LAS PUBLICACIONES PARA EL ESTUDIO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



.....

Composición química y Método de extracción

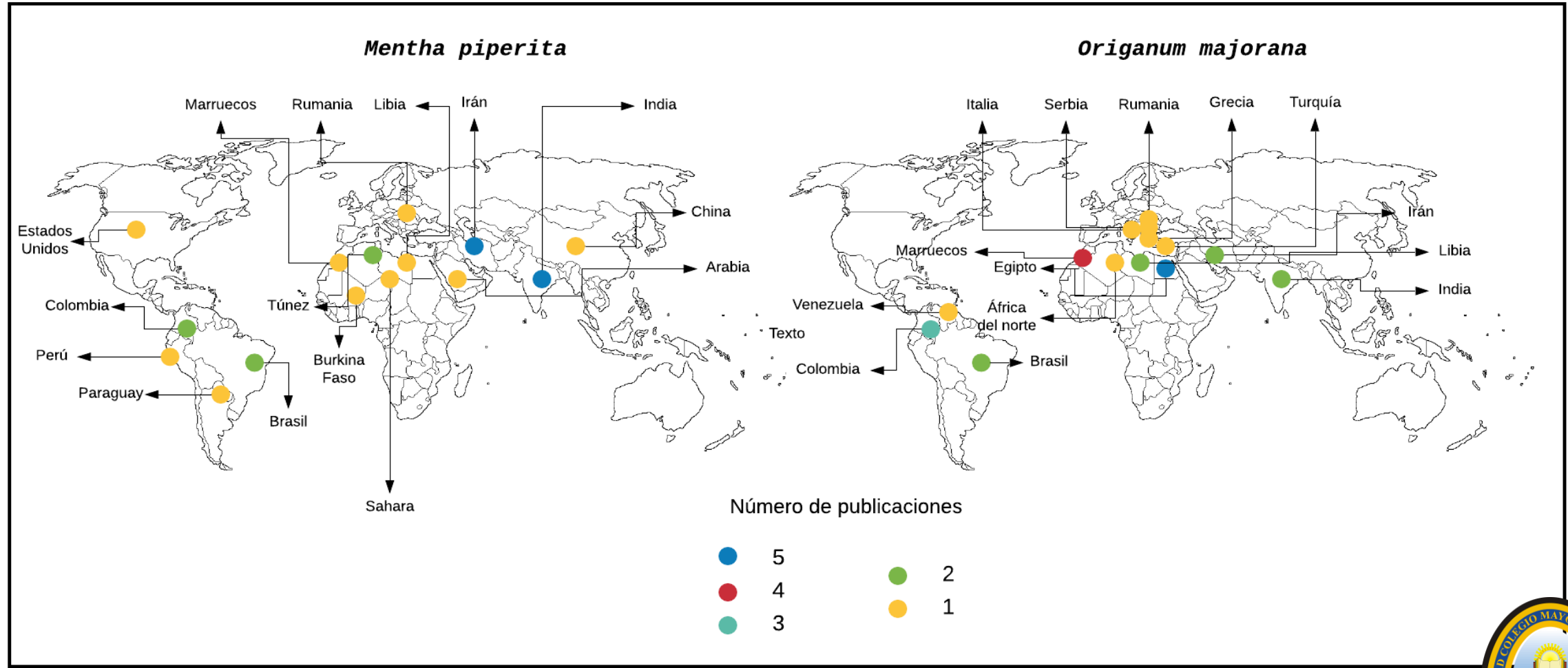
Método de extracción y Efecto antimicrobiano

-.-.-

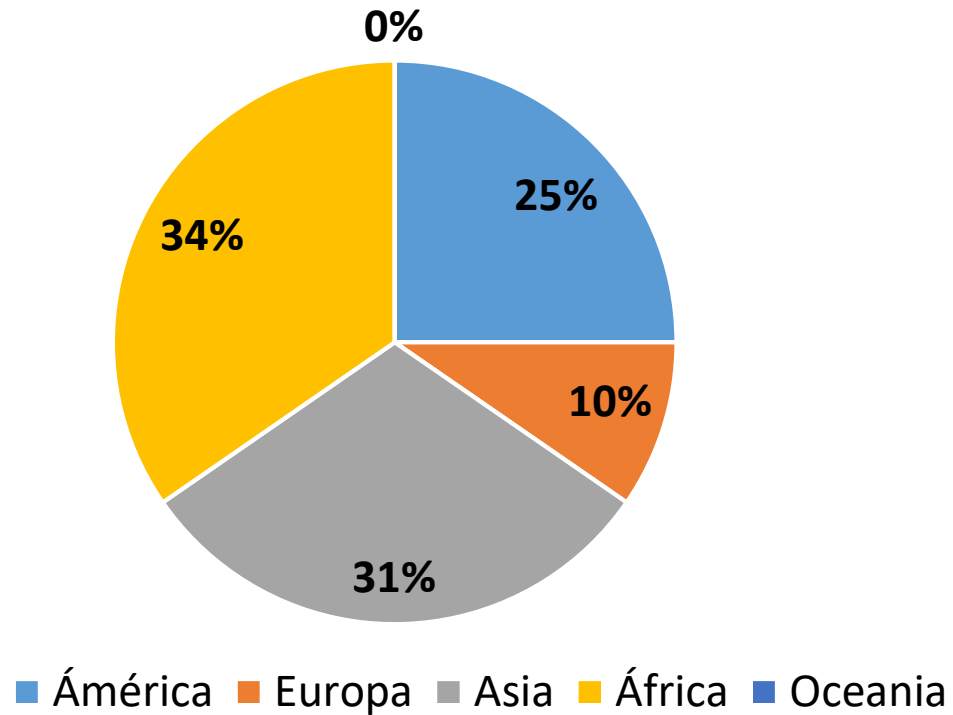
Composición química, Método de extracción y Efecto antimicrobiano



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PUBLICACIONES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO

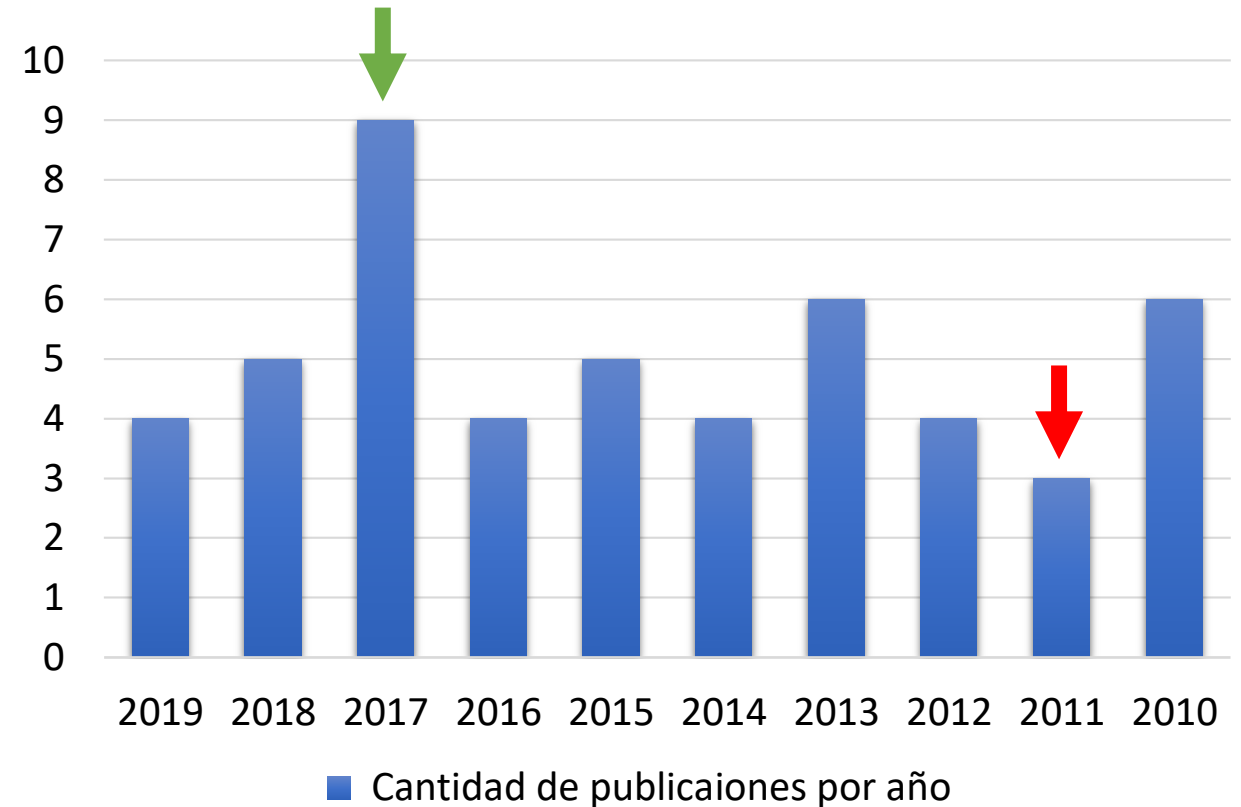


PORCENTAJE DE LOS ESTUDIOS REPORTADOS POR CONTINENTES.

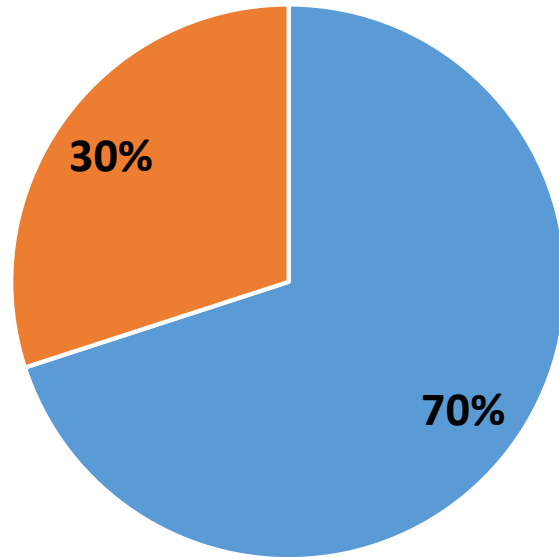


Martínez Gordillo et al. **ORIGEN** 2013

NÚMERO DE PUBLICACIONES OBTENIDAS POR AÑO.



MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mentha Piperita*

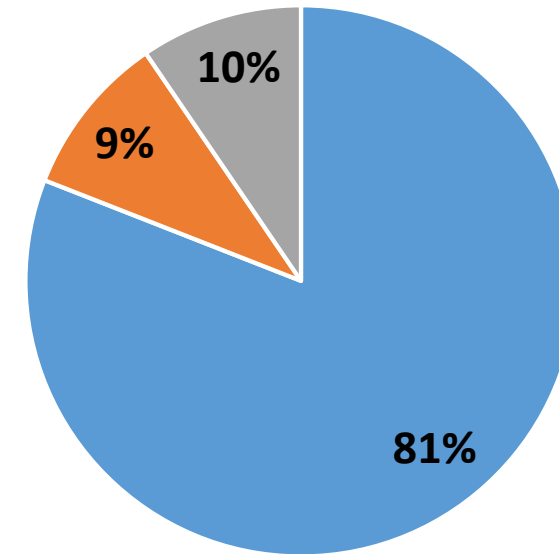


■ Hidrodestilación ■ Arrastre por Vapor

RENDIMIENTO

Hidrodestilación: 0,08% – 3,26%
 Arrastre por vapor: 0,1% – 0,47%

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum majorana*.



■ Hidrodestilación ■ Arrastre por Vapor ■ Headspace (PURGA)

RENDIMIENTO

Hidrodestilación: 0,46% – 13,49%
 Arrastre por vapor: 0,116%
 Headspace: N/D

SthalBiskup. **MÉTODO DE REFERENCIA** 2003 - Gavahian et al. **COMPARACIÓN DE MÉTODOS** 2015 - Stashenko et al. **VARIACIÓN** 2015

PRINCIPALES COMPONENTES QUÍMICOS DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mentha piperita*

Componente	Área (%)
Limoneno (dl-limoneno)	4,1
Eucaliptol (1,8-cineole)	5,4
Mentona (L-Mentona)	15,6
Acetato de Mentilo	7,8
Neomentol	7,0
Mentol	27,6
α -Pineno	0,9
Sabineno	1,4
β -Pineno	1,6
Pulegona	10,6
Piperitona	4,6
Linalool	9,8
β -cariofileno	3,3
Total	99,5

PRINCIPALES COMPONENTES QUÍMICOS DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum majorana*.

Componente	Área (%)
α -terpinolene	1,1
γ -terpinene	10,2
α -terpinene	3,5
α -terpineol	4,3
P-Cymene	2,5
Sabinene	2,8
Limoneno	0,8
carvacrol	0,6
Terpinen-4-ol	30,8
Linalool	16,5
Hidrato de cis-sabieno	22,0
Acetato de linalool	2,5
beta-cariofileno	2,5
Timol	0,8
Total	100,9

Arango et al. M. EXTRACCIÓN 2015



EFECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mentha piperita*

EFECTO ANTIFÚNGICO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mentha piperita* EN MICROORGANISMOS FITOPATÓGENOS

Efecto antifúngico			
Microorganismo	Método		Referencia
	Difusión en agar (mm)	MIC (µg/mL)	
<i>Alternaria alternaria</i>	38,16	1,5	(44)
<i>Cladosporium herbarum</i>	23,23	1,5	(44)
<i>Fusarium oxysporum</i>	33,44		(44)
	72,4	1,5	(62)
<i>Fusarium acuminatum</i>	22,5	2,5	(44)
<i>Fusarium Solani</i>	10,22	10	(44)
<i>Fusarium tabacinum</i>	35,24	1,5	(44)
<i>Moliniana fructicola</i>	16,32	5,5	(44)
<i>Rhizoctomia saloni</i>	28,16	1,5	(44)
<i>Sclerotinia menor</i>	10,22	10	(44)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	15,58	10	(44)

Efecto antifúngico			
Microorganismo	Método		Referencia
	Difusión en agar (mm)	MIC (µg/mL)	
<i>Phytophthora infestans</i>	2,22	N/D	(56)
<i>Aspergillus niger</i>	8		(58)
	26	N/D	(63)
<i>Penicillium digitatum</i>	8	N/D	(58)
<i>Penicillium italicum</i>	8	N/D	(58)
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	N/D	500	(47)
<i>Drechslera spicifera</i>	67,8	N/D	(62)
<i>Macrophomina phaseolina</i>	95,3	N/D	(62)

Rachitha et al. 2017 - Mohammad Jamal et al. 2012
LIBERACIÓN COMPONENTES INTRACELULARES



EFECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mentha piperita*

EFECTO ANTIBACTERIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mentha piperita* EN MICROORGANISMOS FITOPATÓGENOS

Efecto antibacteriano			
Microorganismo	Método		Referencia
	Difusión en agar (mm)	CMI (µg/mL)	
<i>Clavibacter michiganense</i>	15,05	3,1	(44)
<i>Pseudomonas syringae</i>	3,12	2,5	(44)
<i>Xanthomonas campestris</i>	3,18	80	(44)
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	38	10	(48)
<i>Agrobacterium vitis</i>	23	1560	(48)

Silva Ramos et al. **ALTERACIÓN EQUILIBRIO IÓNICO** 2017



EFECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum majorana*

EFECTO ANTIFÚNGICO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum majorana* EN MICROORGANISMOS FITOPATÓGENOS

Efecto antifúngico		
Microorganismo	Método	Referencia
	Difusión en agar (mm)	MIC (µg/mL)
<i>Alternaria alternata</i>	65,71 ± 0,08	50 (65)
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	29,09 ± 0,17	50 (65)
	25,93	50 (65)
<i>Aspergillus niger</i>	40	N/D (75)
	2	(78)
<i>Verticillium dahliae</i>	N/D	50 (66)
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	Inhibición total de crecimiento	10 (66)

Efecto antifúngico		
Microorganismo	Método	Referencia
	Difusión en agar (mm)	MIC (µg/mL)
<i>Aspergillus flavus</i>	13	32 – 98 (74)
	31,9	N/D (82)
<i>Sporothrix brasiliensis</i>	N/D	62 (75)
<i>Fusarium solani</i>	28	N/D (77)
<i>Phytophthora infestans</i>	Inhibición del 80% del crecimiento	N/D (56)
	40	(79)
<i>Penicillium expansum</i>	5	N/D (56)
369 cepas fúngicas	11 a 28	58 (81)
<i>A. parasiticus</i>	62,8	N/D (83)

EFECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum majorana*

EFECTO ANTIBACTERIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum majorana* EN MICROORGANISMOS FITOPATÓGENOS

Efecto antibacteriano			
Micorganismo	Método		Referencia
<i>Pseudomona sp.</i>	Difusión en agar (mm)	CMI ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	
	19,0 \pm 1,4		(70)
<i>Erwinia carotovora</i>	15	1	(78)
	Inhibición total de crecimiento	N/D	(75)
<i>368 cepas bacterianas</i>	8 \pm 0 a 18,33 \pm 0.57	91	80

Martín Zabka et al. **ACUMULACIÓN DE LÍPIDOS** 2014 – Nagarjuna et al. **EFECTO SINÉRGICO** 2017 –
López **ALMACENAMIENTO** 2010



CONCLUSIONES

La hidrodestilación es una técnica sencilla, económica y rápida, óptima para la extracción del aceite esencial de *Mentha piperita* y *Origanum majorana*, puesto que con este método se obtienen rendimientos óptimos del aceite esencial, además de componentes de importancia en la evaluación de la actividad antimicrobiana.

El efecto antimicrobiano de las plantas de la familia *Lamiaceae*, a la que pertenecen *Mentha piperita* y *Origanum majorana*, está asociado a la presencia de monoterpenos oxigenados, se puede inferir que por la variedad de quimiotipos que existen de estas plantas en el mundo, no se puede asociar un solo componente a esta actividad, ya que difiere según el componente principal de cada planta y además no se descarta un sinergismo entre todos ellos, para lograr cumplir su función como antimicrobiano.

Mentha piperita y *Origanum majorana* se encuentran distribuidas en todo el planeta, pero son de mayor interés investigativo en las regiones del Norte de África y Asia, debido a que se encuentran en mayor cantidad en esta zona por ser el lugar donde se describe su origen. En general, el aceite esencial de ambas especies actúa sobre la membrana citoplasmática, alterando las funciones básicas de las células de manera irreversible, causando muerte celular, por lo tanto, ofrece la posibilidad de ser utilizado en plaguicidas sostenibles y ecológicos.

Los aceites esenciales de *Mentha piperita* y *Origanum majorana* poseen propiedades antibacterianas y antifúngicas importantes contra microorganismos fitopatógenos, ofreciendo la posibilidad de ser utilizados en plaguicidas sostenibles y ecológicos. La literatura disponible sobre el efecto antibacteriano que poseen los aceites esenciales en microorganismos fitopatógenos es limitada, sin embargo, muestran resultados favorables.



¡GRACIAS!



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Universidad Nacional de Colombia. D, Rivera D, Estrada G, Obando M, Bonilla R, Camelo M. Efecto de diferentes plaguicidas sobre el crecimiento de *Azotobacter chroococcum* [Internet]. Vol. 12, Revista Colombiana de Biotecnología. Universidad Nacional de Colombia; 2010 [cited 2019 Apr 10]. 94–102 p. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/15566>
2. Toxicidad de agroquímicos y prevenir resistencia a plaguicidas [Internet]. [cited 2019 Apr 10]. Available from: http://www.agro-tecnologia-tropical.com/toxicidad_agroqu_micos.html
3. Vélez R, D'Armas H, Jaramillo C, Vélez E. Metabolitos secundarios, actividad antimicrobiana y letalidad de las hojas de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Melissa officinalis* (toronjil). *FACSalud*. 2018;1:31–9.
4. Brechelt A. El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. 2004;1–36. Available from: http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/Manejo_Ecologico_de_Plagas_A.Bretchel.pdf
5. Arango, Oscar; Hurtado, Andrés; Pantoja, Diana; Santacruz L. Antifungal activity of essential oil of *Lippia organoides* H.B.K on the growth of *Phytophthora infestans*. *Acta Agronómica*. 2015;64:116–24.
6. İşcan G, Kirimer N, Kürkcüoğlu M, Başer H, Demirci F. Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. *J Agric Food Chem*. 2002;50(14):3943–6.
7. Cruz M, Martin EL, Mora ML, Roque B. Actividad antifúngica del aceite esencial de *Cymbopogon nardus* para el control de *Macrophomina phaseolina*. *Cent Agrícola*. 2008;35(3):83–6.
8. Barrera L, García L. Actividad antifúngica de aceites esenciales y sus compuestos sobre el crecimiento de *Fusarium* sp. aislado de papaya (*Carica papaya*). *Rev Cient UDO Agric*. 2008;8(1):33–41.
9. Betti L, Trebbi G, Majewsky V, Scherr C, Shah-Rossi D, Jäger T, et al. Use of homeopathic preparations in phytopathological models and in field trials: a critical review. *Homeopathy*. 2009;98(4):244–66.
10. Bajpai VK, Tae JL, Sun CK. Chemical composition and in vitro control of agricultural plant pathogens by the essential oil and various extracts of *Nandina domestica* Thunb. *J Sci Food Agric*. 2009;89(1):109–16.
11. Borboa-Flores, J, Rueda-Puente, EO, Acedo-Félix, E, Ponce, JF, Cruz-Villegas, M, García-Hernández, JL, Ortega-Nieblas M. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de aceites esenciales contra *Clavibacter michiganensis* subespecie *michiganensis*. *Trop Subtrop Agroecosystems*. 2010;12:539–47.
12. Quintana-obregón EA, Plascencia-jatomea M. Inhibición del crecimiento de *Penicillium chrysogenum* por presencia de aceites de *Cinnamomum zeylanicum*, *Allium cepa* y *Cymbopogon citratus*. *Rev Mex Micol* [Internet]. 2010;32:59–62. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v32/v32a7.pdf>
13. Ibrahim B, Al-Naser Z. Analysis of fruits *schinus molle* extractions and the efficacy in inhibition of growth the fungi in laboratory. *Int J ChemTech Res*. 2014;6(5):2799–806.
14. Badawy MEI, Abdelgaleil SAM. Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. *Ind Crops Prod*. 2014;52(January 2018):776–82.



15. Gormez A, Bozari S, Yanmis D, Gulluce M, Sahin F, Agar G. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of two species of Lamiaceae against phytopathogenic bacteria. *Polish J Microbiol.* 2015;64(2):121–7.
16. Elshafie HS, Ghanney N, Mang SM, Ferchichi A, Camele I. An In Vitro Attempt for Controlling Severe Phytopathogens and Human Pathogens Using Essential Oils from Mediterranean Plants of Genus *Schinus*. *J Med Food.* 2016;19(3):266–73.
17. Rodríguez Rodríguez LD, Jiménez Rodríguez ÁA, Murillo Arango W, Rueda Lorza EA, Méndez Arteaga JJ. Actividad antimicrobiana de cáscaras y semillas de *Citrus limonia* y *Citrus sinensis*. *Actual Biológicas.* 2017;39(106):53–9.
18. Bardaweel SK, Bakchiche B, ALSalamat HA, Rezzoug M, Gherib A, Flamini G. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC Complement Altern Med.* 2018;18(1):1–7.
19. Pérez N. Universidad Nacional de Colombia: Colecciones [Internet]. 2014 [cited 2019 Apr 5]. Available from: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/651385/>
20. Salehi B, Stojanović-Radić Z, Matejić J, Sharopov F, Antolak H, Kregiel D, et al. Plants of Genus *Mentha*: From Farm to Food Factory [Internet]. Vol. 7, Plants. 4 September 2018; 2018. 70 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6161068/?fbclid=IwAR0e8LFKUmIPbQS0iyw7-KTOVYq8p64JNRxRIR4oEaO4ek17xkxOfmMzk>
21. Kumar B, Kumar U, Yadav HK. Identification of EST–SSRs and molecular diversity analysis in *Mentha piperita*. *Crop J* [Internet]. 2015;3(4):335–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2015.02.002>
22. Carrieri A, Rosato A, Fracchiolla G, Carocci A, Catalano A, Franchini C, et al. Elucidation of the synergistic action of *Mentha Piperita* essential oil with common antimicrobials. *PLoS One* [Internet]. 2018;13(8):e0200902. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200902>
23. Singh R, Shushni MAM, Belkheir A. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arab J Chem* [Internet]. 2015;8(3):322–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.01.019>
24. Fernández J. Universidad Nacional de Colombia: Colecciones [Internet]. 2007 [cited 2019 Apr 5]. Available from: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/261656/>
25. Cuba. Comisión Nacional Asesora en Investigaciones de Plantas Medicinales. E, Leal López IM, Fuentes Hernández L, Carballo Guerra C, Rodríguez Ferradá CA. Investigaciones farmacognósticas en *Origanum majorana* L. [Internet]. Vol. 9, Revista Cubana de Plantas Medicinales. Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1996 [cited 2019 Apr 5]. 0–0 p. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962004000100003
26. Herbario Universidad de Antioquia, Medellín Colombia. Fotógrafo: Tobón A. Mejorana - *Origanum majorana* L. [Internet]. 2008 [cited 2019 Apr 5]. Available from: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/ova/?q=node/464>
27. Guevara Galárraga ER, López Sampedro SE. Actividad antimicrobiana del extracto hidroetanólico de mejorana (*Origanum majorana*). *Caribeña Ciencias Soc* [Internet]. 2018 Nov 29 [cited 2019 Apr 5];(noviembre). Available from: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/11/origanum-majorana.html>
28. Roig y Mesa JT, Tomás J. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. 1974 [cited 2019 Apr 5]; Available from: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/1151>
29. Lubbe A, Verpoorte R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Ind Crops Prod* [Internet]. 2011;34(1):785–801. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.019>



30. Alzamora L, Morales L, Fernández G. Medicina tradicional en el Perú: Actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas. An la Fac Med Univ Nac Mayor San Marcos [Internet]. 2001;62:156–61. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37962208>
31. Ortuño Sánchez MF. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes [Internet]. Aiyana; 2006 [cited 2019 Apr 6]. Available from: https://books.google.com.co/books/about/Manual_práctico_de_aceites_esenciales_a.html?id=cW5TsDKqx9wC&redir_esc=y
32. Albarracín G, Gallo S. Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando Piper aducum (cordoncillo) procedente de la zona cafetera [Internet]. Manizales; 2003 [cited 2019 Apr 9]. Available from: <http://bdigital.unal.edu.co/989/1/gloriacristinaalbarracinmontoya.2003.pdf>
33. Mariano; Neumayer F. Introduccion a la obtencion de aceites esenciales del limon. Invenio [Internet]. 2004;7(12). Available from: <http://www.redalyc.org/html/877/87701214/>
34. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de Plantas Medicinales y Aromáticas [Internet]. Bogotá; 2015. p. 35. Available from: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales
35. Peredo HA, Palou E, Lopez A. Aceites esenciales: Métodos de extracción [Internet]. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. México; 2009. p. 24–32. Available from: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf)
36. Elena S. Aceites Esenciales [Internet]. 1st ed. Bucaramanga; 2009 [cited 2019 Apr 6]. 35.40. Available from: www.loviuuu.com/wedesignyouenjoy.
37. Ávalos-García A, Pérez-Urrutia E. Metabolismo secundario de plantas. Reduca Biol Ser Fisiol Veg [Internet]. 2009;2(3):119–45. Available from: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/798/814>
38. Flores Gutiérrez MC. Investigación de los aceites esenciales, sus características y finalidad de uso : análisis del estado de su regulación en Chile y el mundo. 2010 [cited 2019 Apr 6]; Available from: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105352>
39. Da Silva Ramos R, Rodrigues ABL, Farias ALF, Simões RC, Pinheiro MT, Ferreira RMDA, et al. Chemical Composition and in Vitro Antioxidant, Cytotoxic, Antimicrobial, and Larvicidal Activities of the Essential Oil of Mentha piperita L. (Lamiaceae). Sci World J. 2017;2017.
40. Oil. A and AA of M (Origanum majorana L. E, 1A.Z.M. Badee, 2R.K. Moawad, 1M.M. ElNoketi 2M.M. Gouda 1Food. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Marjoram (Origanum majorana L.). 2013;9(2):1193–201.
41. Rajkumar V, Gunasekaran C, Kanitha I, Dharmaraj J, Chinnaraj P, Amita C. Toxicity , antifeedant and biochemical e ffi cacy of Mentha piperita L . essential oil and their major constituents against stored grain pest. Pestic Biochem Physiol [Internet]. 2019;(February):0–1. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.02.016>
42. Ashra B, Rashidipour M, Marzban A, Soroush S. Mentha piperita essential oils loaded in a chitosan nanogel with inhibitory e ff ect on bio fi lm formation against S . mutans on the dental surface. 2019;212(December 2018):142–9.
43. Ahmad B, Jahan A, Sadiq Y, Jaleel H, Khan MMA. Radiation-mediated molecular weight reduction and structural modification in carrageenan potentiates improved photosynthesis and secondary metabolism in peppermint (Mentha piperita L.). Int J Biol Macromol. 2019;124:1069–79.
44. Nagarjuna D, Al-rajab AJ, Sharma M, Mary M, Ramachandra G, Albratty M. Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of Mentha x Piperita L. (peppermint) essential oils. J King Saud Univ - Sci [Internet]. 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2017.07.013>
45. Pooja Singh and Abhay K. Pandey. Prospective of Essential Oils of the Genus Mentha as Biopesticides: A Review. Front Plant Sci. 2018;9(September):1–14.



46. Mogosan C, Vostinaru O, Oprean R, Heghes C, Filip L, Balica G, et al. Antinociceptive Effects of the Essential Oils from Three Species of *Mentha* Cultivated in Romania.
47. Rachitha P, Krupashree K, Jayashree G V, Gopalan N, Khanum F. Growth Inhibition and Morphological Alteration of *Fusarium sporotrichioides* by *Mentha piperita* Essential Oil. *Pharmacognosy Res* [Internet]. 2017 [cited 2019 Apr 11];9(1):74–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28250658>
48. Hsouna A Ben, Touj N, Hammami I, Dridi K, Al-ayed AS, Hamdi N. Chemical Composition and in vivo Efficacy of the Essential Oil of *Mentha piperita* L. in the Suppression of Crown Gall Disease on Tomato Plants. 2019;2019:1–8.
49. Bellassoued K, Hsouna A Ben, Athmouni K, Pelt J Van, Ayadi FM, Rebai T. Protective effects of *Mentha piperita* L. leaf essential oil against CCl₄ induced hepatic oxidative damage and renal failure in rats. 2018;1–14.
50. Marwa C, Fikri-Benbrahim K, Ou-Yahia D, Farah A. African peppermint (*Mentha piperita*) from Morocco: Chemical composition and antimicrobial properties of essential oil. *J Adv Pharm Technol Res* [Internet]. 2017 [cited 2019 Apr 11];8(3):86–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28795021>
51. Sun Z, Wang H, Wang J, Zhou L, Yang P. Chemical Composition and Anti-Inflammatory, Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita* Grown in China. 2014;1–15.
52. Saharkhiz MJ, Motamedi M, Zomorodian K, Pakshir K, Miri R, Hemyari K. Chemical Composition, Antifungal and Antibiofilm Activities of the Essential Oil of *Mentha piperita* L. 2012;2012.
53. Roldán L, Díaz G, Durringer J. Composition and antibacterial activity of essential oils obtained from plants of the Lamiaceae family against pathogenic and beneficial bacteria. *Rev Colomb Ciencias Pecu* [Internet]. 2007 Sep 7 [cited 2019 Apr 11];23:364–87. Available from: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2007-0967.ch018>
54. Gavahian M, Farhoosh R, Farahnaky A, Javidnia K, Shahidi F. Comparison of extraction parameters and extracted essential oils from *Mentha piperita* L. using hydrodistillation and steamdistillation. *Int Food Res J*. 2015;22(1):283–8.
55. Henri I, Bassolé N, Lamien-meda A, Bayala B, Tirogo S, Franz C, et al. Composition and Antimicrobial Activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. Essential Oils and Their Major Monoterpene Alcohols Alone and in Combination. 2010;7825–39.
56. Carrillo YA, Gomez MI, Cotes JM, Ñustez C. Efecto de algunos aceites esenciales sobre el crecimiento de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en condiciones de laboratorio Effect of some essential oils on the growth of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary under laboratory conditions. *Agron Colomb*. 2010;28(2):245–53.
57. Rojas J, Palacios O. In vitro anti-*Trypanosoma cruzi* activity of essential oils of ten medicinal plants. 2010;71(3):161–5.
58. Martínez PN. Evaluación del poder antifúngico de los extractos de romero, menta y salvia sobre hongos que atacan a las naranjas. 2013;28–32.
59. Zheljzkov VD, Astatkie T. Distillation waste water can modify peppermint (*Mentha x piperita* L.) oil composition. *Ind Crop Prod* [Internet]. 2012;36(1):420–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.10.007>
60. Verma RS, Pandey V, Padalia RC, Saikia D, Krishna B. Chemical composition and antimicrobial potential of aqueous distillate volatiles of Indian peppermint (*Mentha piperita*) and spearmint (*Mentha spicata*). *J Herbs, Spices Med Plants*. 2011;17(3):258–67.
61. Freire MM, Jham GN, Dhingra OD, Jardim CM, Barcelos RC, Valente VMM. Composition, antifungal activity and main fungitoxic components of the essential oil of *mentha piperita* L. *J Food Saf*. 2012;32(1):29–36.
62. Taylor P, Moghaddam M, Pourbaige M, Tabar HK, Farhadi N. Journal of Essential Oil Bearing Plants Composition and Antifungal Activity of Peppermint (*Mentha piperita*) Essential Oil from Iran. 2013;(August 2014):37–41.



63. Moghtader M. In vitro antifungal effects of the essential oil of *Mentha piperita* L. and its comparison with synthetic menthol on *Aspergillus niger*. *African J Plant Sci*. 2014;7(11):521–7.
64. Selim, Samy A; Abdel Aziz, Mohamed H.; Mashait, Mona S.; Warrad, Mona F, Aziz MHA, Mashait MS, Warrad MF. Antibacterial activities, chemical constituents and acute toxicity of Egyptian *Origanum majorana* L., *Peganum harmala* L. and *Salvia officinalis* L. essential oils. *African J Pharm Pharmacol* [Internet]. 2013;7(13):725–35. Available from: <http://www.academicjournals.org/AJPP>
65. Zabka M, Pavela R, Prokinova E. Antifungal activity and chemical composition of twenty essential oils against significant indoor and outdoor toxigenic and aeroallergenic fungi. *Chemosphere* [Internet]. 2014;112:443–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.05.014>
66. Rus C, POP G, Alexa E, Renata MS, Dana MC. Antifungal activity and chemical composition of *Origanum majorana* L. essential oil. *Res J Agric Sci*. 2015;47(2):179–85.
67. Charai M, Mosaddak M, Faid M. Chemical composition and antimicrobial activities of two aromatic plants: *Origanum majorana* L. and *O. Compactum* Benth. *J Essent Oil Res*. 1996;8(6):657–64.
68. Ramos S, Rojas LB, Lucena ME, Meccia G, Usubillaga A. Chemical composition and antibacterial activity of *Origanum majorana* L. Essential oil from the Venezuelan Andes. *J Essent Oil Res*. 2011;23(5):45–9.
69. Lakhri B, Barrahi M, Boukhraz A, Hartiti H El, Mostaphi A El. Antibacterial effect of synergy of two essential oils extracted from marjoram (*Origanum majorana*) in the region of salé and oregano (*Origanum vulgare*) in the region of ouazzane, Morocco. *BioSciences* [Internet]. 2015;10(9). Available from: Marjoram; Oregano; Essential oils; Antimicrobial activity; Hydro-distillation;
70. Faozia A. Ibrahim, Ateea Ali Bellail AMH and SM-I. Antimicrobial Activities and Chemical Composition of the Essential Oil of *Origanum majorana* L. Growing in Libya. *Int J Pharm Pharm Res*. 2017;(3):1–11.
71. Duletić-laušević S, Aradski AA, Kolarević S, Vuković-gačić B. Antineurodegenerative, antioxidant and antibacterial activities and phenolic components of *Origanum majorana* L. (Lamiaceae) extracts Antineurodegenerative, antioxidant and antibacterial activities and. 2018;134(June):126–34.
72. Waller SB, Madrid IM, Hoffmann JF, Picoli T, Cleff MB, Chaves FC, et al. Chemical composition and cytotoxicity of extracts of marjoram and rosemary and their activity against *Sporothrix brasiliensis*. *J Med Microbiol*. 2017;66(7):1076–83.
73. Btissam R, Fatima EM, Kamal E, Hassane G, Mohamed N. Composition and Antibacterial Activity of Hydro-Alcohol and Aqueous Extracts Obtained from the Lamiaceae Family. *Pharmacogn J*. 2017;10(1):81–91.
74. Betancourt L, Phandanavong V, Patiño R. Composition and bactericidal activity against beneficial and pathogenic bacteria of Oregano essential oils from four chemotypes of *Origanum* and *Lippia* genus. 2012;59(1):21–31.
75. Bina F, Rahimi R. Sweet Marjoram A Review of Ethnopharmacology, Phytochemistry, and Biological Activities. *J Evid Based Complementary Altern Med*. 2016;22(1):175–85.
76. Lopez-Reyes JG, Spadaro D, Gullino ML, Garibaldia A. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples in vivo. *Flavour Fragr J*. 2010;25(3):171–7.
77. Stashenko EE, Martínez JR, Durán DC, Córdoba Y, Caballero D. Estudio comparativo de la composición química y la actividad antioxidante de los aceites esenciales de algunas plantas del género *Lippia* (Verbenaceae) cultivadas en Colombia. *Rev la Acad Colomb Ciencias Exactas, Físicas y Nat*. 2015;38(0):89.
78. Hajlaoui H, Mighri H, Aouni M, Gharsallah N, Kadri A. Chemical composition and in vitro evaluation of antioxidant, antimicrobial, cytotoxicity and anti-acetylcholinesterase properties of Tunisian *Origanum majorana* L. essential oil. *Microb Pathog* [Internet]. 2016;95:86–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.micpath.2016.03.003>
79. Mahmoud M. Chemical composition, antimicrobial and biological activity of *Origanum majorana* (Majoram) essential oil. 2016;(March 2013).



80. Habibi H, Ghahtan N, Eskandari F. Chemical Composition and Antibacterial Effect of Medicinal Plants against Some Food-Borne Pathogen. *Res Mol Med*. 2018;5(2):14–21.
81. Dantas ADS, Klein-Júnior LC, Machado MS, Guecheva TN, Santos LDD, Zanette RA, et al. Origanum majorana Essential Oil Lacks Mutagenic Activity in the Salmonella/Microsome and Micronucleus Assays. *Sci World J*. 2016;2016.
82. Bağcı Y, Kan Y, Doğu S, Çelik SA. The essential oil compositions of Origanum majorana L. cultivated in Konya and collected from Mersin-Turkey. *Indian J Pharm Educ Res*. 2017;51(3):S463–9.
83. Origanum L, Vasudeva N. Origanum majorana L. -Phyto-pharmacological review. 2015;6(December):261–7.
84. El-Akhal F, Guemmouh R, Maniar S, Taghzouti K, El Ouali Lalami A. Larvicidal activity of essential oils of thymus vulgaris and origanum majorana (Lamiaceae) against of the malaria vector anopheles labranchiae (diptera: Culicidae). *Int J Pharm Pharm Sci*. 2016;8(3):372–6.
85. Pimple BP, Patel AN, Kadam P V., Patil MJ. Microscopic evaluation and physicochemical analysis of Origanum majorana Linn leaves. *Asian Pacific J Trop Dis [Internet]*. 2012;2(SUPPL2):S897–903. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60288-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60288-6)
86. Božovic M, Pirolli A, Ragno R. Mentha suaveolens Ehrh. (Lamiaceae) essential oil and its main constituent piperitenone oxide: Biological activities and chemistry. *Molecules*. 2015;20(5):8605–33.
87. Martínez-Gordillo M, Fragoso-Martínez I, García-Peña MDR, Montiel O. Géneros de Lamiaceae de México, diversidad y endemismo. *Rev Mex Biodivers [Internet]*. 2013;84(1):30–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.30158>
88. Stahl-Biskup E, Sáez F. Thyme : the genus thymus. Taylor and Francis; 2003. 331 p.
89. Meza, María;González de C, N; Alfredo U. Composición del aceite esencial de Origanum majorana L. extraído por diferentes técnicas y su actividad biológica. *Rev la Fac Agron [Internet]*. 2007 [cited 2019 Apr 12];24:725–38. Available from: https://www.researchgate.net/publication/262721622_Composicion_del_aceite_esencial_de_Origanum_majorana_L_extraido_por_diferentes_tecnicas_y_su_actividad_biologica
90. Yupanqui D. Intoxicación por Alcaloides [Internet]. Villareal; 2013 [cited 2019 Apr 12]. p. 1–32. Available from: https://www.academia.edu/12001278/INTOXICACION_POR_ALCALOIDES
91. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2001 [Internet]. who. 2001 [cited 2019 Apr 10]. Available from: <http://www.fao.org/3/x9800s/x9800s16.htm>
92. del Puerto Rodríguez AM, Suárez Tamayo S, Palacio Estrada DE. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Rev Cubana Hig Epidemiol [Internet]*. 2014 [cited 2019 Apr 10];52(3):372–87. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
93. Soković MD, Vukojević J, Marin PD, Brkić DD, Vajs V, Van Griensven LJD. Chemical composition of essential oils of Thymus and mentha species and their antifungal activities. *Molecules*. 2009;14(1):238–49.

