

Revisión sobre el orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK. (Sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer) y su aceite esencial

Zuleyma Galván Calamaco¹, Gabriela Ramos Clamont Montfort², Jolanta E. Marszalek¹, Gabriela Vargas González¹

^a Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos Orientados a la Salud. Carretera Torreón -Matamoros Km. 7.5. C.P. 27104 Torreón, Coahuila, México.

^b Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Coordinación de Ciencia de los Alimentos. Laboratorio de Función y Funcionalidad de Proteínas y Glicanos. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán No 46, Colonia la Victoria. C.P. 83304. Hermosillo, Sonora, México.

gvargasgonzalez@uadec.edu.mx

RESUMEN

En México existen 40 especies clasificadas como orégano, distribuidas en cuatro familias: Verbenaceae, Lamiaceae, Fabiaceae y Asteraceae. Las especies más comercializadas pertenecen a dos familias; de la familia Lamiaceae; *Poliomintha longiflora* (Gray) y *Monarda fistulosa* var. *Minutifolia* (Graham), y de la familia Verbenaceae; *Lippia palmeri* Watson y *Lippia graveolens* HBK (sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer). Esta última especie, es la de mayor distribución geográfica e importancia económica en nuestro país. En este trabajo se revisaron sus características botánicas y distribución en el país, resaltando la bioactividad de su aceite esencial, concluyendo que tiene un amplio potencial como antimicrobiano.

Palabras clave: Orégano mexicano, timol, carvacrol, antimicrobiano

ABSTRACT

There are 40 species classified as oregano in Mexico, distributed in four families: Verbenaceae, Lamiaceae, Fabiaceae and Asteraceae. The most commercialized species are from the Lamiaceae and Verbenaceae families. *Poliomintha longiflora* (Gray) and *Monarda fistulosa* var. *Minutifolia* (Graham) are the important species from Lamiaceae, and from the Verbenaceae family; *Lippia palmeri* Watson and *Lippia graveolens* HBK (synonym *Lippia berlandieri* Schauer). *Lippia graveolens* HBK is the one with the greatest geographical distribution and economic importance in Mexico. In this work, *Lippia graveolens* HBK botanical characteristics, distribution in the country and bioactivity of its essential oil were reviewed, concluding that it has a wide potential as an antimicrobial.

Keywords: Mexican oregano, thymol, carvacrol, antimicrobial

Orégano, definición y especies de importancia comercial

Se conoce con el nombre de orégano a más de 60 especies de plantas aromáticas que se utilizan como especia o condimento generalmente reconocido como seguro (GRAS, por sus siglas en inglés). De acuerdo con Franz & Novak (2015), estas especies se agrupan en las seis familias y 18 géneros presentados en la Tabla I. Las especies de mayor importancia comercial en el mundo son el orégano ibérico *Origanum vulgare*, de la familia Lamiaceae (Baser & Arslan, 2016; Jan *et al.*, 2020) y el orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK. (Sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer), de la familia Verbenaceae (León *et al.*, 2020). Las plantas de las especies mexicanas se caracterizan por producir un aceite esencial de aroma penetrante y sabor picante que desde épocas prehispánicas se ha utilizado como condimento en la preparación de alimentos debido al excelente sabor que confiere a las comidas y como planta medicinal por sus múltiples propiedades curativas (Gutiérrez-Grijalva *et al.*, 2018; Cortés-Chitala *et al.*, 2021).

Tabla I. Clasificación taxonómica de las plantas de orégano.

| Familia | Genero | Especies |
|---------------|--|--|
| Lamiaceae | <i>Calamintha</i> | <i>Calamintha potosina</i> Schaf. |
| | <i>Coleus</i> | <i>Coleus amboinicus</i> Lour. (sinonimia <i>C. aromaticus</i> Benth); <i>C. aromaticus</i> Benth |
| | <i>Hedeoma</i> | <i>Hedeoma floribunda</i> Standl; <i>H. incona</i> Torr; <i>H. patens</i> Jones; |
| | <i>Hyptis</i> | <i>Hyptis albida</i> HBK; <i>Hyptis americana</i> (Aubl.) Urb. (<i>H. gonocephala</i> Gris.); <i>Hyptis capitata</i> Jacq.; <i>Hyptis pectinata</i> Poit.; <i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit. |
| | <i>Monarda</i> | <i>Monarda austromontana</i> Epling |
| | <i>Ocimum</i> | <i>Ocimum basilicum</i> |
| | <i>Origanum</i> | <i>Origanum compactum</i> Benth. (sinonimia <i>O. glandulosum</i> Salzm, ex Benth.); <i>O. dictamnus</i> L. (<i>Majorana dictamis</i> L.); <i>O. elongatum</i> (Bonet) Emberger et Maire; <i>O. floribundum</i> Munby (<i>O. cinereum</i> Noe). ; <i>O. grosii</i> Pau et Font Quer ex letswaart; <i>O. mejorana</i> L.; <i>O. microphyllum</i> (Benth) Vogel ; <i>O. onites</i> L. (sinonimia <i>O. smyrneum</i> L.); <i>O. scabrum</i> Boiss et Heldr. (sinonimia <i>O. pulchrum</i> Boiss et Heldr.); <i>O. syriacum</i> L. var. <i>syriacum</i> (sinonimia <i>O. maru</i> L.); <i>O. vulgare</i> L. subsp. <i>gracile</i> (Koch) letswaart (sinonimia <i>O. gracile</i> Koch, <i>O. tyttanthum</i> Gontscharov); <i>O. vulgare</i> ssp. <i>Hirtum</i> (Link) letswart (sinonimia <i>O. hirtum</i> Link); <i>O. vulgare</i> ssp. <i>virens</i> (Hoffmanns et Link) letswaart (sinonimia <i>O. virens</i> Hoffmanns et Link); <i>O. vulgare</i> ssp. <i>viride</i> (Boiss.) Hayek (sinonimia <i>O. viride</i>) Halacsy (sinonimia <i>O. heracleoticum</i> L.) <i>O. vulgare</i> L. ssp. <i>vulgare</i> (sinonimia <i>Thymus origanum</i> (L.) Kuntze); <i>O. vulgare</i> L. |
| | <i>Poliomintha</i> | <i>Poliomintha longiflora</i> Gray |
| | <i>Salvia</i> | <i>Salvia</i> sp. |
| | <i>Satureja</i> | <i>Satureja thymbra</i> L. |
| <i>Thymus</i> | <i>Thymus capitatus</i> (L.) (Sinonimia <i>Coridothymus capitatus</i> (L.) | |
| Verbenaceae | <i>Lantana</i> | <i>Lantana citrosa</i> (Small) Modenke; <i>L. citrosa</i> (Small) Modenke; <i>L. glandulosissima</i> Hayek; <i>L. hirsuta</i> Mart et Gall.; <i>L. involucrata</i> L.; <i>L. purpurea</i> (Jacq.) Benth. & Hook. |

| | | |
|------------------|---------------------|---|
| | | (Sinonimia <i>Lippia purpurea</i> Jacq.); <i>L. trifolia</i> L.; <i>L. velutina</i> Mart. & Gal. |
| | <i>Lippia</i> | <i>Lippia myriocephala</i> Schlecht, & Cham.; <i>L. affinis</i> Schau.; <i>L. alba</i> (Mill) N. E. Br. (Sinonimia <i>L. involucrata</i> L.); <i>L. berlandieri</i> Schau; <i>L. cordiostegia</i> Benth.; <i>L. formosa</i> T.S. Brandeg.; <i>L. geisseana</i> (R.A. PHIL.) Soler.; <i>L. graveolens</i> HBK; <i>Lippia helleri</i> Britton; <i>L. micromera</i> Schau; <i>L. micromera</i> var. <i>helleri</i> (Britton) Moldenke; <i>L. organoides</i> HBK; <i>L. palmeri</i> var. <i>spicata</i> Rose; <i>L. palmeri</i> Wats; <i>L. umbellata</i> Cav.; <i>L. velutina</i> Mart. Et Galcotti. |
| Rubiaceae | <i>Borreria</i> | <i>Borreria</i> sp. |
| Scrophulariaceae | <i>Limnophila</i> | <i>Limnophila stolonifera</i> (Blanco) Merr. |
| Apiaceae | <i>Eryngium</i> | <i>Eryngium foetidum</i> L. |
| Asteraceae | <i>Coleosanthus</i> | <i>Coleosanthus veronicaefolius</i> HBK |
| | <i>Eupatorium</i> | <i>Eupatorium macrophyllum</i> L. (sinonimia <i>Hebeclinium macrophyllum</i> DC.) |

Fuente: Franz & Novak (2015).

***Lippia graveolens* HBK**

Lippia graveolens HBK es la planta de orégano mexicano de mayor distribución geográfica e importancia económica en México. Sus plantas son arbustos caducifolios perennes, de 2.5 m de alto con un diámetro foliar de 1.2 m. Tiene tallos ramificados (a menudo de color rojizo) y ramas cortamente pilosas. Producen una gran cantidad de hojas de 1 a 3 cm de largo y 0.5 a 1.5 cm de ancho, son opuestas, alternas y de forma ovalada, con bordes enteros o ligeramente dentados con el haz denso y suavemente piloso, margen finamente crenado, ápice generalmente obtuso o redondeado, base redondeada a subcordada de textura rugosa y con pequeñas vellosidades (Figura 1). Peciolos de 0.2 a 1.3 cm de largo. Flores pequeñas de color blanco en inflorescencias terminales muy ramificadas. Inflorescencias axilares, corto espigadas, espigas de 0.4 cm de largo y 0.7 cm de ancho, con dos a seis pedúnculos de 0.5 a 1.5 cm de largo, cortos, erectos, ascendentes, divergentes. Brácteas regularmente en 4 hileras, ovaladas, glandulares y densamente pilosas. Cáliz de 1 a 2 mm de largo, glandular y veloso. Los frutos son cápsulas en donde se encuentran las semillas. Las semillas son de color café, ovoides y con un tamaño menor de 0.5 mm (León *et al.*, 2020).

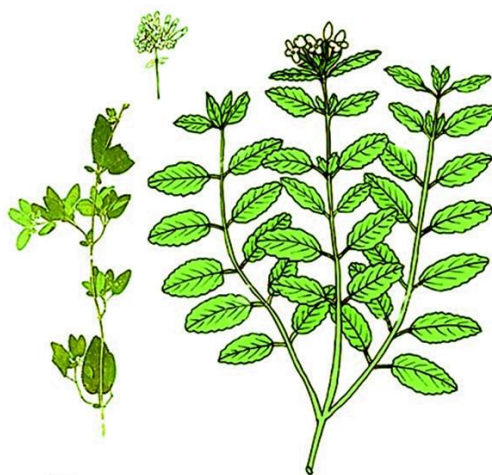


Figura 1. Orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK. Fuente: Calpouzos. (1954)

Distribución en México y en el Desierto Chihuahuense

El orégano, *L. graveolens* HBK es originario del continente americano; habita desde el sur de Estados Unidos de América hasta Centroamérica. En México, crece de forma silvestre y abundante en las regiones cálidas, secas y templadas de 24 estados del país. El orégano se ha explotado mayormente en los estados que se encuentran en el Desierto Chihuahuense cuya extensión territorial es de 630 000 km², abarcando los estados de Texas y Nuevo México en Estados Unidos de América y los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas en México (Granados-Sánchez *et al.*, 2011). Sus ecosistemas son áridos, semiáridos, pastizales y dunas, por lo que la principal característica de su vegetación es la resistencia a la poca disposición del agua. Las plantas más abundantes son las arbustivas y sub-arbustivas entre las que se encuentra *L. graveolens* HBK.

En los estados de Coahuila, Durango y Chihuahua, el orégano representa una alternativa de subsistencia para los habitantes de las zonas marginadas. Por ejemplo, en la comunidad de Saucillo, Chihuahua se estableció una cooperativa conformada por cinco ejidos para cosechar a la especie *L. graveolens* HBK (sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer), comercializándola en algunas regiones de los tres estados (Bojorquez-Chavez, 2017). En la figura 2 representa la distribución de esta planta. Otros estados que también comercializan el orégano en greña son, Jalisco, Zacatecas, Querétaro, Sinaloa, San Luis Potosí, Hidalgo y Baja California. La producción anual es de aproximadamente 6 500 toneladas (Castillo *et al.*, 2017; León *et al.*, 2020).



Figura 2. Distribución del orégano en los estados de Coahuila, Durango y Chihuahua.
Fuente: Bojorquez-Chavez (2017).

Composición química de los aceites del orégano mexicano

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos volátiles que se almacenan en células epidérmicas, células secretoras, conductos de resina, o tricomas glandulares de las plantas aromáticas (Franz & Novak, 2015). Los compuestos volátiles que componen a los aceites esenciales son metabolitos secundarios o fitoquímicos que se sintetizan a partir de tres rutas biosintéticas; la ruta del malonato para los sesquiterpenos, la ruta del metil-eritritol para los mono- y diterpenos, y la ruta del ácido chiquímico para los fenilpropenos. Se producen en las plantas como protección frente a la radiación solar y adaptación al estrés hídrico, mecanismo de defensa contra insectos invasores y animales herbívoros, y mensajeros químicos para atraer a insectos polinizadores. (Silva *et al.*, 2021). Un aceite esencial puede contener de 20 a 80 fitoquímicos en diferentes concentraciones. Los principales constituyentes son monoterpenos y sesquiterpenos, mientras que, en menor cantidad, se encuentran hidrocarburos alifáticos, ácidos, alcoholes, aldehídos y ésteres (dos Santos *et al.*, 2019). Los monoterpenos timol (10.4 %) y carvacrol (43.7 %) son los componentes mayoritarios y los

indicadores de la calidad comercial de los aceites esenciales de las especies de orégano. Su estructura y la de otros componentes del aceite esencial que se extrae del orégano mexicano, se esquematizan en la Figura 3.

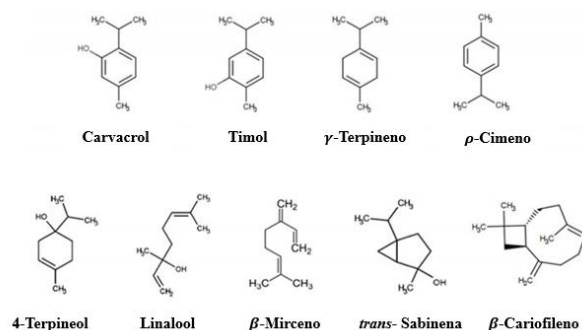


Figura 4. Estructura química de los componentes mayoritarios del aceite esencial del orégano. Fuente: Leyva-López *et al.* (2017).

Desde el punto de vista comercial, la calidad de las especies de orégano está relacionada con la composición química de su aceite esencial. El tipo y la cantidad de los metabolitos secundarios presentes en los aceites esenciales dependen de la variabilidad genética dentro y entre plantas, así como por distintos factores como la especie, tiempo de cosecha, año, acidez del suelo y clima (humedad, calor, frío) (León *et al.*, 2020; Cortés-Chitala *et al.*, 2021), por lo cual, los quimiotipos son muy comunes y se nombran de acuerdo con el componente que se encuentra en mayor cantidad. En el orégano *L. graveolens* HBK, se han identificado tres quimiotipos; carvacrol (C), timol (T) y sesquiterpenos (S). En los climas cálidos y semi áridos es más abundante el quimiotipo C, en climas más fríos y menos áridos predomina el quimiotipo T, mientras que en climas húmedos y fríos es más abundante el quimiotipo S (Calvo-Irabién *et al.*, 2014). En la tabla II se muestran los compuestos químicos más abundantes en los quimiotipos del aceite esencial del orégano *L. graveolens* H.B.K.

Tabla II. Compuestos químicos más abundantes en los quimiotipos del aceite esencial del orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK.

| Compuesto químico | Quimiotipos | | |
|------------------------------|-------------|-------|-------|
| | C (%) | S (%) | T (%) |
| Carvacrol | 66 | 1.24 | 0.44 |
| ρ -Cimeno | 11.8 | 9.57 | 4.94 |
| Oxido de cariofileno | 2.29 | 7.37 | 0.91 |
| β -Cariofileno | 1.45 | 15.02 | 1.21 |
| α -Humuleno | 0.75 | 7 | 0.83 |
| Eucaliptol | 0.59 | 1.83 | 0.43 |
| γ -Terpineno | 0.04 | 0.11 | 0.19 |
| Timol | 6.18 | 4.16 | 79.53 |
| Borneol | 0.13 | 1.30 | 0.07 |
| α -Terpineol | 0.13 | 2.91 | 0.014 |
| Timol metil éter | 0.83 | 0.52 | 2.07 |
| 3-tert-butil-4-hidroxianisol | 3.32 | ND* | 0.76 |
| Epóxido de humuleno II | 1.20 | 4.34 | 0.51 |

| | | | |
|---|------|-------|------|
| γ -Eudesmol | 0.22 | 11.68 | 0.08 |
| Caryophylla-4(12),8(13)-dien-5 α -ol | 0.15 | 19.89 | 0.08 |
| β -Eudesmol | 0.09 | 9.56 | ND |
| α -Eudesmol + α -Cadinol | 0.15 | 12.84 | 0.16 |

*No Detectado (ND). Fuente: Modificado de Calvo-Irabién *et al.* (2014) y Barbieri *et al.* (2018).

Métodos de obtención de aceites esenciales

Tradicionalmente los aceites esenciales de las plantas aromáticas se extraen mediante hidrodestilación, destilación por arrastre de vapor y prensado mecánico en frío. La hidrodestilación es el método más utilizado, pero consume mucho tiempo, energía y puede causar la degradación de algunos compuestos volátiles. Para evitar lo anterior, se han implementado métodos modernos como la extracción con fluidos supercríticos, extracción asistida por microondas y calentamiento óhmico. Estos métodos reducen el tiempo de extracción, consumo de energía y preservan los compuestos volátiles, por lo que se obtienen aceites de mayor calidad, pero son más costosos (Silva *et al.*, 2021). En la Tabla III se muestran los métodos convencionales y modernos para la extracción de aceites esenciales.

Tabla III. Métodos tradicionales y modernos empleados para la extracción de aceites esenciales.

| Métodos | Fundamento | Ventajas | Desventajas | Referencias |
|--------------------------------------|---|--|---|---|
| Hidrodestilación | Material y agua se calientan a ebullición. La mezcla de vapores se condensada y separa. | Buen rendimiento. Fácil manejo. | Aumento en el consumo de energía y tiempo de extracción. Uso de grandes cantidades de agua. | (Lucchesi <i>et al.</i> , 2004) (Hashemi <i>et al.</i> , 2017) |
| Prensado mecánico | El aceite esencial se libera por presión mecánica. | No utiliza disolventes o calor para la extracción | Necesita filtración o centrifugación después de la extracción | (Zhang <i>et al.</i> , 2018) (Mitjans <i>et al.</i> , 2016) |
| Destilación con Arrastre de vapor | El material se pone en contacto con el vapor generado por el agua, la mezcla posteriormente se condensa y se recolecta. | Fácil operación. Bajo costo. Se obtiene aceite esencial e hidrosol (agua con gotas de aceite). | No es específica, se pueden extraer componentes no deseados. | (Albado-Plaus <i>et al.</i> , 2001) |
| Extracción con fluidos supercríticos | Utiliza solventes en su estado supercrítico que actúan como disolventes. | Conserva los compuestos termolábiles. Se obtienen aceites esenciales más puros. | Costos de operación elevados. Baja disponibilidad de equipos. | (Silva <i>et al.</i> , 2021) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Extracción asistida por microondas libre de disolventes | La vibración de microondas produce el estallamiento de las glándulas oleíferas liberando el aceite esencial. | Menor tiempo de extracción; menor gasto de energía. Mayor calidad de aceite | Precios elevados del equipo. Se necesita filtrar los extractos. | (Lucchesi <i>et al.</i> , 2004) (Sik <i>et al.</i> , 2020) |
| Calentamiento Óhmico | Se aplica una corriente alterna al material en presencia de cloruro de sodio para calentarlo y liberar el aceite. | Tiempos de extracción cortos. Bajo consumo de energía. Alto rendimiento de extracción. Preserva las moléculas termolábiles. | Su efectividad depende de la conductividad del material | (Hashemi <i>et al.</i> , 2017) |

Elaboración propia

Bioactividad del aceite esencial del orégano

La bioactividad se refiere a la capacidad que tienen algunos compuestos de las plantas para interactuar con los tejidos del organismo y promover la buena salud. En este sentido, el aceite esencial del orégano (AEO) ha mostrado una excelente actividad antioxidante, ya que es capaz de neutralizar y prevenir la formación de radicales libres, reduciendo el riesgo de desarrollar enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo como cáncer, diabetes, desordenes neurodegenerativos y el envejecimiento (Buchbauer & Erkić, 2015).

El AEO también presenta actividad anti-hiperglucémica. Radünz *et al.* (2021) usaron ratas para evaluar la capacidad inhibitoria del AEO sobre la α -glucosidasa y α -amilasa, las cuales son enzimas necesarias para que la glucosa entre al flujo sanguíneo. Reportaron porcentajes de inhibición del 81.4% para α -amilasa y 50.5% para α -glucosidasa, lo que representa un potencial de inhibición mayor comparado con el de la acarbosa (73.4% para α -amilasa y 34.5% para α -glucosidasa), un medicamento utilizado para controlar la diabetes mellitus tipo II. Asimismo, se ha observado la actividad antiinflamatoria del AEO en distintos modelos celulares, en los cuales inhibió la acción del interferón gamma (IFN- γ) e Histamina, que son algunos agentes causantes de inflamación celular (Avola *et al.*, 2020; Han & Parker 2017).

Adicionalmente el AEO es tóxico contra células cancerígenas en las cuales induce la apoptosis, por lo que también presenta actividad anticancerígena (Bostancıoğlu *et al.*, 2012).

Una de las actividades más destacables del AEO es la antimicrobiana, ya que permite la posibilidad de sustituir algunos aditivos que se incorporan a los alimentos con el fin de conservarlos, pero que, si se usan inadecuadamente, pueden provocar efectos adversos a la salud.

Actividad antimicrobiana del aceite esencial del orégano

La actividad antimicrobiana es la capacidad que tiene algunas sustancias para matar un microorganismo o inhibir su crecimiento. En el AEO esta actividad está principalmente asociada a

sus componentes mayoritarios carvacrol y timol. En la Tabla IV se muestra los resultados obtenidos de distintos estudios sobre la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *L. graveolens*. Destacan los estudios contra enterobacterias indicando su potencial para biocontrolar a diferentes patógenos, aunque también resulta efectivo contra hongos. Las aplicaciones potenciales en la industria alimentaria van desde el control de bacterias y hongos en superficies hasta su incorporación en alimentos, principalmente como compuestos con efecto sinergista en presencia de otros antibacterianos (López, 2004).

Tabla IV. Actividad antimicrobiana del orégano mexicano *Lippia graveolens*.

| Microorganismo | Método | Concentración | Referencias |
|--|------------------------------|--|--|
| Actividad antibacteriana | | | |
| <i>Vibrio mimicus</i> 602 | Turbidez y siembra en placa. | CMI ^a 100-200 mg L ⁻¹ | (Aguilar <i>et al.</i> , 2007) |
| <i>V. alginolyticus</i> 516 | | ¹ . | |
| <i>V. cholerae</i> no-01. | | CMB ^b 100-200 mg L ⁻¹ | |
| <i>V. parahaemolyticus</i> 320. | | ¹ . | |
| <i>V. vulnificus</i> 610 | Dilución en agar | CMI 1.5 mg mL ⁻¹ | (Esteban-Méndez <i>et al.</i> , 2011) |
| <i>Escherichia coli</i> | | CMI 1.0 mg mL ⁻¹ | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | CMI 0.5 mg mL ⁻¹ | |
| <i>Salmonella typhimurium</i> | | | |
| <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp | Difusión en disco | Halo de inhibición de 10 mm. | (Gonzales-Espíndola <i>et al.</i> , 2011) |
| <i>michiganensis</i> | | | |
| <i>Enterococcus E. Coli</i> | Sensidiscos | Halos de inhibición de 5, 6 y 9 mm para cada bacteria. | (Castellanos-Hernández <i>et al.</i> , 2020) |
| <i>Salmonella</i> | | | |
| <i>Aspergillus Rhizopus</i> | Siembra en placa. | CMI 150 mg/kg | (Portillo-Ruiz <i>et al.</i> , 2012) |
| <i>Penicillium</i> | | CMI 150 mg/kg | |
| <i>Aspergillus flavus</i> | Siembra en placa | CMI 200 mg/kg | (Gómez-Sánchez <i>et al.</i> , 2011) |
| | | Fungicida 1.47 mL/L | |
| | | Fungistático 0.294 mL/L > 0.882 mL/L | |

^aCMI: Concentración mínima inhibitoria. ^bCMB: Concentración mínima bactericida. Elaboración propia

CONCLUSIÓN

El orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK es una planta ampliamente distribuida en el país cuya explotación sirve como sustento para algunos habitantes del desierto Chihuahuense. Su aceite esencial está compuesto principalmente de timol y carvacrol, componentes bioactivos responsables de su actividad antimicrobiana, la cual tiene un amplio espectro contra Gram negativas enterobacterianas, además de efecto fungistático. Estas características lo hacen candidato para su uso en superficies de las fábricas de alimentos, o como ingrediente antimicrobiano en mezclas con efecto sinérgico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. D. L. C. P., Franco, M. G. G., Vázquez, R. S., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2007). Efecto antimicrobiano del orégano mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer) y de su aceite esencial sobre cinco especies del género *Vibrio*. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(3), 261-267.
- Albado-Plaus, E., Saez-Flores, G., & Grabiell-Ataucusi, S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Revista Médica Herediana*, 12(1), 16-19.
- Avola, R., Granata, G., Geraci, C., Napoli, E., Graziano, A. C. E., & Cardile, V. (2020). Oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil provides anti-inflammatory activity and facilitates wound healing in a human keratinocytes cell model. *Food and Chemical Toxicology*, 144, 111586.
- Barbieri, N., Sanchez-Contreras, A., Canto, A., Cauch-Rodriguez, J. V., Vargas-Coronado, R., & Calvo-Irabién, L. M. (2018). Effect of cyclodextrins and Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth) chemotypes on the microencapsulation of essential oil. *Industrial crops and products*, 121, 114-123.
- Baser, K. H. C., & Arslan, N. (2016). Orégano. En Ambrose, D. C. P., Manickavasagan A. & Naik, R. (Ed.). *Leafy Medicinal Herbs. Botany, Chemistry, Postharvest Technology and Uses*. (pp. 170-188). Boston: CABI.
- Bojorquez-Chavez, A. (2017). Aprovechamiento, industrialización y comercialización de orégano: una alternativa de desarrollo para las comunidades del desierto. <http://www.monitoreoforestal.gob.mx> ›
- Bostancıoğlu, R. B., Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C., & Kopal, A. T. (2012). Assessment of anti-angiogenic and anti-tumoral potentials of *Origanum onites* L. essential oil. *Food and Chemical Toxicology*, 50(6), 2002-2008.
- Buchbauer, G., & Erkić, M. (2015). Antioxidative properties of essential oils and single fragrance compounds. En Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (Ed.). *Handbook of essential oils science, technology, and applications*, (pp. 323-340). United States of America: CRC press.
- Calvo-Irabién, L. M., Parra-Tabla, V., Acosta-Arriola, V., Escalante-Erosa, F., Díaz-Vera, L., Dzib, G. R., & Peña-Rodríguez, L. M. (2014). Phytochemical Diversity of the Essential Oils of Mexican Oregano (*Lippia graveolens* Kunth) Populations along an Edapho-Climatic Gradient. *Chemistry & biodiversity*, 11(7), 1010-1021.
- Calpouz, L. (1954). Botanical aspects of oregano. *Economic Botany*, 8(3), 222-233.
- Castillo, I. O., Almazán, A. J. S., Arellano, J. D. J. E., & Vázquez, C. V. (2017). Recolección y comercialización del orégano (*Lippia* spp) en el semi-desierto mexicano, un caso de estudio: Reserva Ecológica Municipal Sierra Y Cañón de Jimulco, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41(1345-2018-028), 684-695.
- Castellanos-Hernández, O. A., Rodríguez-Sahagún, M. D., Acevedo-Hernández, G. J., Rayn, C. A., & Rodríguez-Sahagún, A. (2020). Evaluación antimicrobiana del aceite esencial de *Lippia graveolens* como inhibidor de crecimiento de *Salmonella* sp, *E. coli* Y *Enterococcus* sp. *e-CUCBA*, (14), 1-6.
- Cortés-Chitala, M. D. C., Flores-Martínez, H., Orozco-Ávila, I., León-Campos, C., Suárez-Jacobo, Á., Estarrón-Espinosa, M., & López-Muraira, I. (2021). Identification and quantification of phenolic compounds from mexican oregano (*Lippia graveolens* HBK) hydroethanolic extracts and evaluation of its antioxidant capacity. *Molecules*, 26(3), 702.
- dos Santos, M.C., Teodoro, A.V., Menezes, M.S., Pinto-Zevallos, D.M., Arrigoni-Blank, M.F., Oliveira, E.M., Sampaio, T.S., Farias, A. P., Coelho, C.R., Blank, A. F. (2019). Bioactivity of essential oil from *Lippia gracilis* Schauer against two major coconut pest mites and toxicity to a non-target predator. *Crop Protection*. 125. 104913.
- Esteban-Méndez, M., Quintos-Escalante, M., Camacho-Luis, A., Avitia-Domínguez, C. I. (2011). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de orégano y wareke. En Pérez-

- Santiago, G., González-Castillo, M. P., Alexandre-Iturbide, G., González –Güereca, M. C. (Comp.). El orégano mexicano: estado actual del conocimiento. (pp. 103-107). Durango, Dgo., México: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango.
- Franz, C., & Novak, J. (2015). Sources of essential oils. En Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (Ed.). *Handbook of essential oils science, technology, and applications*, (pp. 46-51). United States of America: CRC press.
- Gómez-Sánchez, A., Palou, E., & López-Malo, A. (2011). Antifungal activity evaluation of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) essential oil on the growth of *Aspergillus flavus* by gaseous contact. *Journal of food protection*, 74(12), 2192-2198.
- Granados-Sánchez, D., Sánchez-González, A., Granados Victorino, R. L., & Borja de la Rosa, A. (2011). Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE), 111-130.
- Gutiérrez-Grijalva, E. P., Picos-Salas, M. A., Leyva-López, N., Criollo-Mendoza, M. S., Vazquez-Olivo, G., & Heredia, J. B. (2018). Flavonoids and phenolic acids from oregano: Occurrence, biological activity, and health benefits. *Plants*, 7(1), 2.
- Han, X., & Parker, T. L. (2017). Anti-inflammatory, tissue remodeling, immunomodulatory, and anticancer activities of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil in a human skin disease model. *Biochimie Open*, 4, 73-77.
- Hashemi, S. M. B., Nikmaram, N., Esteghlal, S., Khaneghah, A. M., Niakousari, M., Barba, F. J., ... & Koubaa, M. (2017). Efficiency of Ohmic assisted hydro distillation for the extraction of essential oil from oregano (*Origanum vulgare* subsp. *viride*) spices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 172-178.
- Jan, S., Rashid, M., Abdallah, E. F., & Ahmad, P. (2020). Biological efficacy of essential oils and plant extracts of cultivated and wild ecotypes of *Origanum vulgare* L. *BioMed research international*. 1-16.
- León, D. D., González-Álvarez, M., Guzmán-Lucio, M. A., Núñez-Guzmán, G. R., & Moreno-Limón, S. (2020). The oregano of the genus *Lippia* (Verbenaceae) and *Poliomintha* (Lamiaceae) in the State of Nuevo León, Mexico. *Polibotánica*, (50), 1-18.
- Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E. P., Vazquez-Olivo, G., & Heredia, J. B. (2017). Essential oils of oregano: Biological activity beyond their antimicrobial properties. *Molecules*, 22(6), 989.
- López, M. (2004). Los aceites esenciales. Aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias. *Ámbito Farmacéutico*, 23(7), 88-91.
- Lucchesi, M. E., Chemat, F., & Smadja, J. (2004). Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. *Journal of Chromatography*, 1043(2), 323-327.
- Portillo-Ruiz, M. C., Sánchez, R. A. S., Ramos, S. V., Muñoz, J. V. T., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2012). Antifungal effect of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) essential oil on a wheat flour-based Medium. *Journal of food science*, 77(8), M441-M445.
- Radünz, M., Camargo, T. M., dos Santos Hackbart, H. C., Alves, P. I. C., Radünz, A. L., Gandra, E. A., & da Rosa Zavareze, E. (2021). Chemical composition and in vitro antioxidant and antihyperglycemic activities of clove, thyme, oregano, and sweet orange essential oils. *LWT*, 138, 110632.
- Sik, B., Hanczné, E. L., Kapcsándi, V., & Ajtony, Z. (2020). Conventional and nonconventional extraction techniques for optimal extraction processes of rosmarinic acid from six Lamiaceae plants as determined by HPLC-DAD measurement. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 184, 113173.
- Silva, S. G., de Oliveira, M. S., Cruz, J. N., da Costa, W. A., da Silva, S. H. M., Maia, A. A. B., ... & de Aguiar Andrade, E. H. (2021). Supercritical CO2 extraction to obtain *Lippia thymoides*

- Mart. & Schauer (Verbenaceae) essential oil rich in thymol and evaluation of its antimicrobial activity. *The Journal of Supercritical Fluids*, 168, 105064.
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13(1), 1-26.