



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4462>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

Antimicrobial potential of oregano hydroalcoholic extract against microorganisms: in vitro applications in agricultural and food systems

Potencial antimicrobiano do extrato hidroalcoólico de orégano contra microrganismos: aplicações in vitro em sistemas agrícolas e alimentares

Byron Raúl Merchán-Sánchez ^I
byron.merchan@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5552-2277>

Karyna Michel Calvopiña-Coello ^{II}
kcalvopinac@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3126-9884>

Katherine Anahí Gavidia-Araujo ^{III}
katherine.gavidia2016@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8854-5325>

Jorge Fernando Cedeño-Franco ^{IV}
jorgecedenofranco2592@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-7876-8932>

Correspondencia: katherine.gavidia2016@uteq.edu.ec

***Recibido:** 03 de mayo de 2025 ***Aceptado:** 16 de junio de 2025 * **Publicado:** 21 de julio de 2025

- I. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- IV. Investigador Independiente, Ecuador.

Resumen

El presente artículo de revisión bibliográfica tiene como objetivo analizar y sintetizar la evidencia científica reciente sobre el potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Origanum vulgare* frente a microorganismos de interés agrícola y alimentario, evaluando su eficacia in vitro y discutiendo sus aplicaciones potenciales como alternativa a los agentes sintéticos en el control de patógenos. Se realizó una revisión exhaustiva de literatura científica publicada entre 2019 y 2024, consultando bases de datos indexadas como Scopus, Web of Science y SciELO. Los criterios de selección incluyeron estudios experimentales in vitro que evaluaran la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de orégano frente a bacterias y hongos fitopatógenos o contaminantes alimentarios. Se analizaron parámetros como el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, la concentración mínima inhibitoria (CMI) y los mecanismos de acción reportados. La evidencia recopilada respalda el uso potencial del extracto hidroalcohólico de orégano como agente antimicrobiano natural en sistemas agrícolas y alimentarios. Los estudios revisados demuestran que el extracto hidroalcohólico de orégano exhibe una actividad antimicrobiana significativa frente a una amplia gama de microorganismos, en hongos fitopatógenos como *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* y *Moniliophthora roreri*, en bacterias de importancia alimentaria, como *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* y coliformes totales. Su eficacia comprobada in vitro, junto con la diversidad de mecanismos de acción y la presencia de compuestos bioactivos como timol, carvacrol y ácidos fenólicos, lo posiciona como una alternativa viable y sostenible frente a los agroquímicos sintéticos. Se recomienda avanzar hacia estudios en condiciones de campo, evaluaciones de toxicidad y el desarrollo de formulaciones estables para su integración en estrategias de manejo integrado de enfermedades y conservación de alimentos.

Palabras clave: Extracto hidroalcohólico; orégano; actividad antimicrobiana; control biológico.

Abstract

This literature review article aims to analyze and synthesize recent scientific evidence on the antimicrobial potential of the hydroalcoholic extract of *Origanum vulgare* against microorganisms of agricultural and food interest, evaluating its in vitro efficacy and discussing its potential applications as an alternative to synthetic agents in pathogen control. A comprehensive review of scientific literature published between 2019 and 2024 was conducted, consulting indexed databases such as Scopus, Web of Science, and SciELO. The selection criteria included in vitro experimental studies

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola v alimentario a nivel in vitro

evaluating the antimicrobial activity of the hydroalcoholic extract of oregano against phytopathogenic bacteria and fungi or food contaminants. Parameters such as the percentage of mycelial growth inhibition, the minimum inhibitory concentration (MIC), and the reported mechanisms of action were analyzed. The evidence gathered supports the potential use of the hydroalcoholic extract of oregano as a natural antimicrobial agent in agricultural and food systems. The reviewed studies demonstrate that the hydroalcoholic extract of oregano exhibits significant antimicrobial activity against a wide range of microorganisms, including phytopathogenic fungi such as *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* and *Moniliophthora roreri*, and bacteria of food importance such as *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* and total coliforms. Its proven in vitro efficacy, along with its diverse mechanisms of action and the presence of bioactive compounds such as thymol, carvacrol, and phenolic acids, positions it as a viable and sustainable alternative to synthetic agrochemicals. Further studies under field conditions, toxicity assessments, and the development of stable formulations are recommended for integration into integrated disease management and food preservation strategies.

Keywords: Hydroalcoholic extract; oregano; antimicrobial activity; biological control.

Resumo

Este artigo de revisão bibliográfica tem como objetivo analisar e sintetizar evidências científicas recentes sobre o potencial antimicrobiano do extrato hidroalcoólico de *Origanum vulgare* contra microrganismos de interesse agrícola e alimentar, avaliando sua eficácia in vitro e discutindo suas potenciais aplicações como alternativa a agentes sintéticos no controle de patógenos. Foi realizada uma revisão abrangente da literatura científica publicada entre 2019 e 2024, consultando bases de dados indexadas como Scopus, Web of Science e SciELO. Os critérios de seleção incluíram estudos experimentais in vitro avaliando a atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico de orégano contra bactérias e fungos fitopatogênicos ou contaminantes alimentares. Parâmetros como a porcentagem de inibição do crescimento micelial, a concentração inibitória mínima (CIM) e os mecanismos de ação relatados foram analisados. As evidências reunidas apoiam o uso potencial do extrato hidroalcoólico de orégano como um agente antimicrobiano natural em sistemas agrícolas e alimentares. Os estudos revisados demonstram que o extrato hidroalcoólico de orégano exibe atividade antimicrobiana significativa contra uma ampla gama de microrganismos, incluindo fungos fitopatogênicos, como *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Moniliophthora roreri*, e bactérias de importância alimentar, como *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* e coliformes totais. Sua

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

eficácia comprovada in vitro, juntamente com seus diversos mecanismos de ação e a presença de compostos bioativos como timol, carvacrol e ácidos fenólicos, o posiciona como uma alternativa viável e sustentável aos agroquímicos sintéticos. Estudos adicionais em condições de campo, avaliações de toxicidade e o desenvolvimento de formulações estáveis são recomendados para integração em estratégias integradas de manejo de doenças e conservação de alimentos.

Palavras-chave: Extrato hidroalcoólico; orégano; atividade antimicrobiana; controle biológico.

Introducción

La producción agrícola y la conservación de alimentos enfrentan desafíos significativos derivados de la incidencia de enfermedades fúngicas y bacterianas que afectan cultivos y productos alimentarios (Carrillo et al., 2011). Las enfermedades fúngicas, causadas por diversos hongos fitopatógenos como *Fusarium spp.*, *Botrytis cinerea* y *Phytophthora spp.*, atacan raíces, tallos, hojas y frutos, comprometiendo funciones vitales de las plantas como la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, lo que se traduce en pérdidas económicas sustanciales y reducción de la calidad de los alimentos (Palacios et al., 2025). En el ámbito alimentario, la contaminación microbiana afecta la seguridad y vida útil de los productos, generando riesgos para la salud pública y pérdidas postcosecha (Moreta et al., 2025). La lucha contra estos microorganismos patógenos ha dependido tradicionalmente del uso intensivo de agroquímicos sintéticos y conservantes químicos, cuya aplicación masiva ha provocado impactos negativos sobre el medio ambiente, la biodiversidad del suelo y la salud humana, además de fomentar la resistencia microbiana (Villoldo et al., 2020).

Ante estos problemas, la búsqueda de alternativas sostenibles y menos agresivas ha cobrado relevancia en la investigación agropecuaria y alimentaria. En este contexto, los extractos de plantas medicinales y aromáticas, particularmente el orégano (*Origanum vulgare L.*), han emergido como fuentes prometedoras de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas (Hidalgo et al., 2021). Estudios recientes han demostrado que el extracto hidroalcohólico de orégano posee una actividad antifúngica y antibacteriana significativa frente a diversos patógenos agrícolas y alimentarios, atribuida principalmente a compuestos fenólicos como el timol y el carvacrol, los cuales actúan mediante mecanismos que incluyen la alteración de la membrana celular, inhibición enzimática y bloqueo de la formación de biofilms (Véliz et al., 2024). Por ejemplo, investigaciones in vitro han reportado que el extracto de orégano inhibe el crecimiento de *Escherichia coli*, *Salmonella*

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

spp., *Cándida albicans* y *Botrytis cinerea*, microorganismos de alta relevancia en la agricultura y la industria alimentaria (Rodríguez et al., 2021).

De forma similar, compuestos aislados como timol y carvacrol han sido efectivos en controlar el moho marrón (*Monilinia spp.*) en durazno, con concentraciones de $0.02\text{--}0.16\ \mu\text{g}\cdot\mu\text{L}^{-1}$ mostrando inhibición completa in vitro y buena efectividad en ensayos in vivo en frutas (Elshafie et al., 2020). En otro caso, la mezcla de aceite esencial de orégano y sus principales constituyentes mostró una inhibición sustancial del crecimiento de *B. cinerea*, alcanzando más de 90 % en ensayos de campo en tomate postcosecha (Jbilou et al., 2024).

Diversos estudios han evidenciado que el extracto etanólico de orégano posee una notable capacidad antimicrobiana, destacándose su efectividad frente a patógenos como *Staphylococcus aureus*, una bacteria asociada a la contaminación de alimentos y productos de consumo que puede producir toxinas nocivas para la salud humana (Liu et al., 2017; Howden et al., 2023). Asimismo, se ha reportado su acción inhibitoria contra otros microorganismos contaminantes, tales como coliformes totales (Nastasi et al., 2022), así como mohos y levaduras (Soltani et al., 2021), cuya presencia en productos agrícolas compromete no solo la calidad microbiológica, sino también las propiedades organolépticas y el valor nutricional de los mismos.

El enfoque in vitro constituye una etapa fundamental para evaluar preliminarmente la eficacia antimicrobiana de estos extractos, permitiendo controlar variables experimentales y determinar concentraciones mínimas inhibitorias antes de su aplicación práctica en sistemas agrícolas o alimentarios (Figuerola et al., 2024). Esta metodología facilita la identificación de compuestos activos y sus mecanismos de acción, contribuyendo a optimizar formulaciones y dosis que maximicen el efecto antimicrobiano sin comprometer la seguridad o calidad del producto final (Rodríguez et al., 2020). Además, los ensayos in vitro son esenciales para evaluar la posible toxicidad y efectos secundarios, aspectos críticos para la posterior aprobación regulatoria y aceptación comercial (Henriques et al., 2021).

La relevancia de investigar el potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano radica en su contribución a la reducción del uso de agroquímicos sintéticos, promoviendo prácticas agrícolas y alimentarias más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Solís et al., 2021). La integración de extractos naturales en el manejo fitosanitario y la conservación de alimentos puede disminuir la contaminación ambiental, preservar la biodiversidad y mejorar la salud de los trabajadores agrícolas y consumidores (Pernía & Sanabria, 2021). En este sentido, el orégano representa una alternativa

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

viable y accesible, dada su amplia disponibilidad y el conocimiento acumulado sobre sus propiedades farmacológicas y antimicrobianas (Vaca et al., 2021).

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos relevantes en los sistemas agrícola y alimentario, mediante ensayos in vitro. Se pretende aportar evidencia científica que sustente su aplicación como agente natural para el control de patógenos, contribuyendo al desarrollo de estrategias integradas de manejo sostenible y seguridad alimentaria.

Metodología

El presente apartado de metodología sintetiza las etapas experimentales comúnmente empleadas en estudios in vitro que evalúan el potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Origanum vulgare* frente a microorganismos de interés agrícola y alimentario, basándose en literatura científica reciente y revisada por pares.

En primer lugar, la mayoría de los estudios inicia con el aislamiento y la identificación de los microorganismos fitopatógenos o contaminantes alimentarios. Este proceso se realiza mediante técnicas microbiológicas estándar, que incluyen la siembra en medios selectivos y diferenciales, seguido de pruebas bioquímicas y moleculares para confirmar la identidad de cepas bacterianas o fúngicas relevantes, tales como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Botrytis cinerea* y *Fusarium spp.* La obtención de cultivos puros es fundamental para asegurar la reproducibilidad y validez de los ensayos antimicrobianos.

La preparación de los medios de cultivo se ajusta a las necesidades específicas de cada microorganismo. Por ejemplo, para bacterias se emplean medios como agar Mueller-Hinton o caldo nutritivo, mientras que para hongos fitopatógenos se utiliza agar papa dextrosa (PDA) o medio Sabouraud, garantizando condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo micelial. Estos medios se esterilizan y se vierten en placas o frascos para la posterior inoculación.

La obtención del extracto hidroalcohólico de orégano generalmente se realiza a partir de hojas secas de *Origanum vulgare*, utilizando una mezcla de etanol al 96 % y agua en proporciones variables, comúnmente 1:1 (v/v), como solvente para maximizar la extracción de compuestos fenólicos y terpenoides. El material vegetal se macera o somete a agitación durante 24 a 48 horas a temperatura ambiente o ligeramente controlada, seguido de filtración para obtener el extracto crudo. Posteriormente, se preparan diluciones seriadas del extracto para evaluar diferentes concentraciones,

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

típicamente entre 10 % y 100 %, con el fin de determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y el porcentaje de inhibición (Figuroa et al., 2024).

Los métodos de inoculación o exposición del patógeno al extracto incluyen técnicas como la difusión en pozo (Kirby-Bauer modificado) para bacterias y la incorporación directa del extracto en el medio de cultivo para hongos. En estudios antifúngicos, se coloca un disco de micelio o una suspensión de esporas en placas con PDA que contienen diferentes concentraciones del extracto, permitiendo evaluar el efecto sobre el crecimiento micelial y la formación de conidias (Palacios et al., 2025). En bacterias, se mide la zona de inhibición alrededor del pozo con extracto para cuantificar la actividad antibacteriana.

La evaluación del crecimiento micelial se realiza midiendo el diámetro del micelio en placas de cultivo a intervalos regulares y comparando con controles sin extracto. El porcentaje de inhibición se calcula mediante la fórmula:

$$\% \text{ inhibición} = \frac{\text{diámetro colonia control} - \text{diámetro colonia tratada}}{\text{diámetro colonia control}} \times 100$$

Resultados

Los resultados de investigaciones recientes confirman el notable potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Origanum vulgare* frente a microorganismos relevantes en los sistemas agrícola y alimentario, evaluados mediante ensayos in vitro. Estos estudios cuantifican parámetros como el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, la concentración mínima inhibitoria (CMI) y, en algunos casos, la concentración mínima bactericida (CMB), aportando evidencia sólida para su aplicación biotecnológica.

En estudios sobre *Fusarium oxysporum* y *Botrytis cinerea*, el uso de extractos acuosos de *Origanum vulgare* demostró una inhibición del crecimiento micelial entre 10 % y 100 %, utilizando concentraciones de extracto de 0,10–0,30 g/mL, según Valenzuela et al. (2023). En relación con la actividad antifúngica, el extracto hidroalcohólico de orégano ha demostrado inhibiciones del crecimiento micelial del 100 % en fitopatógenos como *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis en cultivos de cacao; como lo reportaron Ramírez et al. (2024), además de inhibiendo la formación de conidias a concentraciones del 40 y 50 g/L⁻¹, estableciendo una CMI de 40 %.

Respecto a bacterias patógenas de importancia en inocuidad alimentaria, el extracto hidroalcohólico ha mostrado actividad significativa contra diversas cepas. En un estudio realizado por Neyra (2017),

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

se determinó una CMI de 50 mg/mL frente a *S. mutans* ATCC 25175, con halos de inhibición que aumentaron proporcionalmente a la concentración del extracto. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores en el área alimenticia, quienes también observaron inhibiciones totales en rangos similares de concentración del 20 mg/mL, frente a *Staphylococcus aureus* y coliformes totales evidenciando la eficacia del extracto para controlar el desarrollo bacteriano (Véliz et al., 2024).

Tabla 1. Síntesis de los hallazgos clave extraídos de estudios relevantes

Estudio	Método in vitro utilizado	Microorganismo	Resultados obtenidos
Valenzuela et al. (2023)	Inhibición del crecimiento micelial	<i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Botrytis cinerea</i>	Inhibición del crecimiento micelial 10 % y 100 % a 0,1-0,30 g/mL
Ramírez et al. (2024)	Inhibición del crecimiento micelial, inhibición de conidias y CMI	<i>Moniliophthora roreri</i>	Inhibición crecimiento micelial y conidias al 100 % con extracto a 50 g/L ⁻¹ , CMI de 40 %.
Neyra (2017)	Difusión en pozo, microdilución	<i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25175	CMI = 50 mg/mL; inhibición proporcional a concentración
Véliz et al. (2024)	Inhibición del crecimiento	<i>Staphylococcus aureus</i> y coliformes totales	Inhibición del 100 % en concentraciones de 20 mg/mL

Discusión

Diversas investigaciones han demostrado que los extractos de *Origanum vulgare* y sus compuestos bioactivos poseen una actividad antimicrobiana consistente in vitro frente a una amplia gama de patógenos. Además, estudios in vivo han evidenciado que estos compuestos pueden estimular la respuesta inmune del hospedador, favoreciendo la eliminación de los microorganismos infecciosos (Seylam & Çelebi, 2021). En ensayos in vitro, tanto el extracto completo como componentes aislados del orégano han mostrado capacidad para inhibir el crecimiento de agentes microbianos responsables del deterioro de productos agrícolas y alimentarios, los cuales están vinculados a enfermedades en humanos y animales. Se ha documentado la eficacia de los extractos hidroalcohólicos frente a

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

bacterias grampositivas y gramnegativas, así como frente a levaduras y ciertos hongos fitopatógenos (Moreta et al., 2025).

Los extractos hidroalcohólicos de orégano ejercen su actividad antifúngica mediante la inhibición del crecimiento micelial y la alteración morfológica de los hongos (Ghosh et al., 2022); estos extractos comprometen la permeabilidad de las membranas celulares y pueden interferir con la biosíntesis fúngica de ergosterol. Dicha acción compromete la integridad de la membrana plasmática fúngica, facilitando la liberación de componentes intracelulares vitales, como proteínas y ácidos nucleicos, lo que finalmente conduce a la lisis celular y la muerte (Véliz et al., 2024).

Las bacterias grampositivas presentan una mayor sensibilidad a los extractos de orégano en comparación con las gramnegativas, lo cual se atribuye a la complejidad estructural de la membrana externa de estas últimas, que actúa como una barrera eficaz frente a la permeabilidad de compuestos antimicrobianos (Przybyłek & Karpiński, 2019). En bacterias grampositivas, los componentes bioactivos del orégano inducen daños directos a la membrana celular, ocasionando su ruptura, la inhibición de sistemas enzimáticos esenciales y la alteración del intercambio iónico. Este tipo de alteración en la permeabilidad de la membrana resulta letal para la célula, conduciendo a la muerte celular (Sakkas & Papadopoulou, 2017).

La capacidad inhibitoria de los extractos alcohólicos de orégano se atribuye a la presencia de diversos compuestos bioactivos, entre los cuales destacan timol, carvacrol, ácidos fenólicos como el ácido cafeico y el ácido p-cumárico, el ácido rosmarínico y sus derivados cafeoilícos, así como el ácido ursólico, el ácido carnósico y una variedad de flavonoides (Véliz et al., 2024). Además, la eficacia antimicrobiana de estos extractos depende de factores como la concentración aplicada, el tiempo de exposición y la naturaleza del microorganismo objetivo (Bouzahouane et al., 2021).

Conclusiones

La revisión de la literatura científica reciente evidencia que el extracto hidroalcohólico de *Origanum vulgare* posee un notable potencial antimicrobiano frente a microorganismos fitopatógenos y contaminantes alimentarios, demostrando eficacia tanto en la inhibición del crecimiento micelial de hongos como en la reducción de poblaciones bacterianas relevantes para la inocuidad de los alimentos. Los resultados cuantitativos reportados en estudios in vitro muestran porcentajes de inhibición que alcanzan el 100 % en algunos fitopatógenos y bacterias, con concentraciones mínimas

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel *in vitro*

inhibitorias (CMI) que varían según el microorganismo y la metodología empleada, pero que en general se sitúan en rangos compatibles con aplicaciones prácticas.

El mecanismo de acción del extracto hidroalcohólico de orégano es multifactorial, destacando la alteración de la permeabilidad y estructura de la membrana celular, la inhibición de la biosíntesis de ergosterol en hongos y la interferencia enzimática en bacterias. La mayor sensibilidad observada en bacterias grampositivas respecto a las gramnegativas se relaciona con la estructura de la membrana externa, lo que permite inferir selectividad y eficacia diferencial según el tipo de patógeno. La presencia de compuestos bioactivos como timol, carvacrol, ácidos fenólicos y flavonoides respalda la actividad observada y abre la posibilidad de explorar sinergias entre estos componentes para maximizar el efecto antimicrobiano.

En conclusión, el extracto hidroalcohólico de orégano se perfila como un recurso biotecnológico prometedor para el control de patógenos en sistemas agrícolas y alimentarios, requiriendo aún validaciones adicionales para su transferencia efectiva a la práctica profesional y comercial.

Referencias

1. Bouzahouane, H., Ayari, A., Guehria, I., & Riah, O. (2021). PROPOLIS: ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION ANALYSIS: Properties of propolis. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(6), e3211. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3211>
2. Carrillo, M. L., Castillo, L. N., & Mauricio, R. (2011). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de la Huasteca Potosina (México). *Información tecnológica*, 22(5), 21-28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000500004>
3. Elshafie, H. S., Mancini, E., Sakr, S., De Martino, L., Mattia, C. A., De Feo, V., & Camele, I. (2015). Antifungal activity of some constituents of *Origanum vulgare* L. essential oil against postharvest disease of peach fruit. *Journal of Medicinal Food*, 18(8), 929-934. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0167>
4. Figueroa, J. M. B., Bravo, E. R. P., Sabando, J. R. V., Celleri, J. E. N., Loja, P. D. C., & Gutiérrez, A. E. B. (2024). Efecto preservante del extracto etanólico de propoleo en un alimento fermentado. *Dominio de las Ciencias*, 10(2), 375-388. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3807>

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

5. Ghosh, S., Al-Sharif, Z. T., Maleka, M. F., Onyeaka, H., Maleke, M., Maolloum, A., Godoy, L., Meskini, M., Rami, M. R., Ahmadi, S., Al-Najjar, S. Z., Al-Sharif, N. T., Ahmed, S. M., & Dehghani, M. H. (2022). Propolis efficacy on SARS-CoV-2 viruses: A review on antimicrobial activities and molecular simulations. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 58628-58647. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21652-6>
6. Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of applied microbiology*, 86(6), 985-990. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x>
7. Henriques, M. Q. S., Barbosa, D. H. X., da Nobrega Alves, D., Melo, A. K. V., & de Castro, R. D. (2021). Composición química, actividad antioxidante, antimicrobiana, toxicidad, análisis genético y uso popular de *Eugenia luschnathiana* (O. Berg) Klotzsch ex B. D Jack: una revisión de la literatura. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 20(3), 215-225. <https://doi.org/10.37360/blacpma.21.20.3.17>
8. Hidalgo, L., Marín, R., Yungasaca, G., & Yanza, J. (2021). ESTUDIO DE DIFERENTES FORMULACIONES DE YOGURT ORGÁNICO DOÑA GODINA. *Revista MANGIFERA*, 3. <http://200.11.218.106/index.php/mangifera/article/view/1384>
9. Howden, B. P., Giulieri, S. G., Wong Fok Lung, T., Baines, S. L., Sharkey, L. K., Lee, J. Y., ... & Stinear, T. P. (2023). *Staphylococcus aureus* host interactions and adaptation. *Nature Reviews Microbiology*, 21(6), 380-395. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00852-y>
10. Jbilou, R., Matteo, R., Bakrim, A., Bouayad, N., & Rharrabe, K. (2024). Potential use of *Origanum vulgare* in agricultural pest management control: a systematic review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 131(2), 347-363. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00839-0>
11. Liu, Q., Meng, X., Li, Y., Zhao, C. N., Tang, G. Y., & Li, H. B. (2017). Antibacterial and antifungal activities of spices. *International journal of molecular sciences*, 18(6), 1283. <https://doi.org/10.3390/ijms18061283>
12. Moreta Moreira, G., Mendoza Véliz, D., Mayorga Cruz, J., & Pinos Coello, K. (2025). Análisis de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de tomillo frente a *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras en condiciones in vitro. *Polo del Conocimiento*, 10(4), 487-503. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i4.9326>

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

13. Nastasi, J. R., Kontogiorgos, V., Daygon, V. D., & Fitzgerald, M. A. (2022). Pectin-based films and coatings with plant extracts as natural preservatives: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 193-211. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.014>
14. Neyra Guerrero, J. P. (2017). Actividad antibacteriana, in vitro, del extracto hidroalcohólico de origanum vulgare sobre streptococcus mutans atcc 25175tm [Bachellor Tesis, Universidad Señor de Sipan]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4528>
15. Palacios Bravo, E. R., Cárdenas Posligua, J. I., Cedeño Arriaga, E. C., & Díaz Campozano, E. G. (2025). Efecto inhibitorio de los aceites esenciales de limón (citrus limon) y naranja (citrus sinensis) sobre fitopatógenos agrícolas a nivel in vitro. *Dominio De Las Ciencias*, 11(2), 1621–1633. <https://doi.org/10.23857/dc.v11i2.4407>
16. Pernía, J. C., & Sanabria, M. E. (2021). El manejo integral de plagas y enfermedades en cultivos como una alternativa de compromiso para el cumplimiento de la Responsabilidad Social Ambiental en la agricultura. *Dissertare Revista De Investigación En Ciencias Sociales*, 6(1), 1-21. Recuperado a partir de <https://revistas.uclave.org/index.php/dissertare/article/view/3170>
17. Przybyłek, I., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11), 2047. <https://doi.org/10.3390/molecules24112047>
18. Rodríguez, A. T., Morales, D., & Ramírez, M. A. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de hongos fitopatógenos. *Cultivos tropicales*, 21(2), 79-82. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215024014.pdf>
19. Rodríguez-Guzmán, C. A., Montaña-Leyva, B., Velázquez-Estrada, R. M., Sánchez-Burgos, J. A., García-Magaña, M. D. L., González-Estrada, R. R., & Gutiérrez-Martínez, P. (2021). Estado actual de métodos alternativos, de control de hongos y su efecto en la calidad postcosecha de frutos de jitomate (*Solanum lycopersicum*). *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 24. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.388>
20. Sakkas, H., & Papadopoulou, C. (2017). Antimicrobial activity of basil, oregano, and thyme essential oils. *Journal of microbiology and biotechnology*, 27(3), 429-438. <https://doi.org/10.4014/jmb.1608.08024>
21. Seylam Küşümler, A., & Çelebi, A. (2021). Propolis ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 89-97. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.927709>

Potencial antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de orégano frente a microorganismos: aplicaciones en sistemas agrícola y alimentario a nivel in vitro

22. Solís, L. L. R., Jasso, R. M. R., López, M. L. F., Olivo, A. R., Rangel, A. S., Aldaco, O. S., & Morales, S. G. (2021). Extractos de *Sargassum* spp. como inductores de tolerancia a *Fusarium oxysporum* en plántulas de tomate. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 8(1), 14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8464702>
23. Soltani, S., Shakeri, A., Iranshahi, M., & Boozari, M. (2021). A review of the phytochemistry and antimicrobial properties of *Origanum vulgare* L. and subspecies. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 20(2), 268. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2020.113874.14539>
24. Vaca-Chávez, M., Rodríguez-Rojas, J. J., Castillo-Velázquez, U., Hernández-Delgadillo, R., Sánchez-Casas, R. M., Chávez-Montes, A., ... & Rodríguez-Luis, O. E. (2021). Efecto Antimicrobiano y Antibiofilm de Hidrogel a Base de *Origanum vulgare* sobre Cultivo de *Streptococcus mutans* y *Streptococcus sobrinus*. *International journal of odontostomatology*, 15(1), 213-221. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000100213>
25. Valenzuela-Quintero, G., Ortega-Nieblas, M. M., Burboa-Zazueta, M. G., Gutiérrez-Millán, L. E., López-Córdova, J. P., Rentería-Martínez, M. E., ... & Guerrero-Ruíz, J. C. (2023). Actividad antifúngica del aceite esencial y extracto acuoso del orégano *Lippia palmeri* W. sobre *Fusarium oxysporum* y *Thanatephorus* sp. *Biotecnia*, 25(2), 153-158. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i2.1903>
26. Véliz, D. J. M., Coello, K. P. P., Moreira, G. A. M., & Cruz, J. J. M. (2024). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de orégano contra *Staphylococcus aureus* y coliformes totales en condiciones in vitro. *Dominio de las Ciencias*, 10(4), 548-562. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i4.4078>
27. Villoldo, A. E. C., Carrizo, C. B., Ahrendts, M. R. B., & Carrillo, L. (2020). Levaduras aisladas de mieles como antagonistas de mohos patógenos de cultivos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 119(2), 8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8500361>