



Análisis de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de tomillo frente a Staphylococcus aureus, mohos y levaduras en condiciones in vitro

Analysis of the antimicrobial activity of ethanolic thyme extract against Staphylococcus aureus, molds and yeasts under in vitro conditions

Análise da atividade antimicrobiana do extrato etanólico de tomilho contra Staphylococcus aureus, bolores e leveduras em condições in vitro

Gino Alexander Moreta Moreira ^I
gino.moreta2015@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-7956-3054>

Denisse Juleidy Mendoza Véliz ^{II}
denisse.mendoza2015@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-6442-7412>

Jefferson Jacinto Mayorga Cruz ^{III}
jefferson.mayorga2015@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-0079-8038>

Kattia Paulina Pinos Coello ^{IV}
kattia.pinos2015@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-2274-0538>

Correspondencia: gino.moreta2015@uteq.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de febrero de 2025 * **Aceptado:** 24 de marzo de 2025 * **Publicado:** 13 de abril 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. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo principal evaluar la capacidad antimicrobiana del extracto etanólico de tomillo (*Thymus vulgaris*) frente a *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras en condiciones in vitro. Los resultados confirmaron que las concentraciones del extracto utilizadas lograron inhibir eficazmente el crecimiento de estos microorganismos, para ello, se empleó un diseño experimental tipo A*B+3, seguido de una prueba de Tukey para identificar diferencias significativas entre los promedios, además de contrastes ortogonales para comparar los tratamientos con sus respectivos testigos. El factor A correspondió a las concentraciones del extracto (20 %, 30 % y 40 %), mientras que el factor B incluyó los tres tipos de microorganismos estudiados. A esto se sumaron los controles para cada microorganismo, dando como resultado un total de 12 tratamientos, cada uno con tres repeticiones, acumulando así 36 unidades experimentales. El análisis estadístico fue realizado con el software SPSS versión 27, utilizando como variable dependiente el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial. Los hallazgos revelaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), demostrando que el extracto de tomillo ejerce un efecto inhibitorio que varía según la concentración y el tipo de microorganismo. La concentración óptima fue del 30 % para *Staphylococcus aureus* y mohos, mientras que para las levaduras la mayor eficacia se alcanzó con el 40 %. Esta acción se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos en el tomillo, responsables de su potencial antimicrobiano.

Palabras Clave: Tomillo; extracto etanólico; microorganismos; in vitro.

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the antimicrobial capacity of the ethanolic extract of thyme (*Thymus vulgaris*) against *Staphylococcus aureus*, molds, and yeasts under in vitro conditions. The results confirmed that the extract concentrations used effectively inhibited the growth of these microorganisms. For this purpose, an A*B+3 experimental design was used, followed by a Tukey test to identify significant differences between the means, in addition to orthogonal contrasts to compare treatments with their respective controls. Factor A corresponded to the extract concentrations (20%, 30%, and 40%), while factor B included the three types of microorganisms studied. Controls for each microorganism were added to these, resulting in a total of 12 treatments, each with three replicates, thus accumulating 36 experimental units. Statistical analysis was performed with SPSS version 27 software, using the percentage of mycelial growth

inhibition as the dependent variable. The findings revealed statistically significant differences ($p < 0.05$), demonstrating that thyme extract exerts an inhibitory effect that varies according to the concentration and type of microorganism. The optimal concentration was 30% for *Staphylococcus aureus* and molds, while for yeasts, the greatest efficacy was achieved at 40%. This action is attributed to the presence of bioactive compounds in thyme, which are responsible for its antimicrobial potential.

Keywords: Thyme; ethanolic extract; microorganisms; in vitro.

Resumo

O principal objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade antimicrobiana do extrato etanólico de tomilho (*Thymus vulgaris*) contra *Staphylococcus aureus*, bolores e leveduras em condições in vitro. Os resultados confirmaram que as concentrações de extrato utilizadas inibiram eficazmente o crescimento destes microrganismos. Para tal, foi utilizado o desenho experimental A*B+3, seguido do teste de Tukey para identificar diferenças significativas entre as médias, bem como contrastes ortogonais para comparar os tratamentos com os seus respetivos controlos. O fator A correspondeu às concentrações do extrato (20%, 30% e 40%), enquanto o fator B incluiu os três tipos de microrganismos estudados. A este foram adicionados controlos para cada microrganismo, resultando num total de 12 tratamentos, cada um com três repetições, acumulando assim 36 unidades experimentais. A análise estatística foi realizada com o software SPSS versão 27, utilizando a percentagem de inibição do crescimento micelial como variável dependente. Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), demonstrando que o extrato de tomilho exerce um efeito inibitório que varia consoante a concentração e o tipo de microrganismo. A concentração ótima foi de 30% para o *Staphylococcus aureus* e fungos, enquanto que para as leveduras a maior eficácia foi atingida em 40%. Esta ação é atribuída à presença de compostos bioativos no tomilho, responsáveis pelo seu potencial antimicrobiano.

Palavras-chave: Tomilho; extrato etanólico; microrganismos; em vitro.

Introducción

Los productos agrícolas pueden ser colonizados por una amplia diversidad de microorganismos a lo largo de su ciclo productivo, desde la etapa de cultivo hasta su cosecha, poscosecha e industrialización. Microorganismos asociados a estas fases se encuentran *Fusarium oxysporum*

(Rodríguez et al., 2022), *Lasiodiplodia theobromae* (Polanco et al., 2020), *Staphylococcus aureus* (Véliz et al., 2024) y *Aspergillus niger* (Herrera et al., 2023), además de diversas especies de mohos y levaduras (Chulze, 2023). La presencia de estos agentes patógenos representa un desafío significativo para la industria agroalimentaria, ya que puede generar pérdidas económicas considerables a lo largo de toda la cadena de producción (García et al., 2021).

La resistencia microbiana a los antibióticos, agroquímicos y conservantes sintéticos se ha convertido en un desafío significativo para la seguridad alimentaria, dificultando el control de patógenos en diversos sectores productivos (Dhingra et al., 2020). Ante esta problemática, la identificación y desarrollo de alternativas naturales con actividad antimicrobiana han cobrado especial relevancia en ámbitos como la medicina, la agroindustria, la alimentación y la industria farmacéutica (Murugaiyan et al., 2022).

La producción agrícola convencional depende en gran medida del uso de agroquímicos, incluidos herbicidas, plaguicidas y fungicidas, los cuales generan impactos significativos en la calidad del suelo (García et al., 2022), en los productos cosechados (Ugarte et al., 2022) y en la salud de quienes participan en su producción y consumo (Rengel & Cárdenas, 2022). Como consecuencia, los mercados internacionales han incrementado la preferencia por productos orgánicos, priorizando su compra frente a los de origen convencional (Vega et al., 2023).

Diversas innovaciones han sido desarrolladas para combatir la proliferación de microorganismos (Hidalgo et al., 2021). Entre estas estrategias se destacan el uso de extractos vegetales con propiedades antimicrobianas, como los aceites esenciales (Ortega et al., 2022), recubrimientos naturales (Palacios et al., 2022), bioencapsulantes (Flores et al., 2023) y compuestos específicos como el tomillo (Wagner et al., 2023), el orégano (Araujo et al., 2021), el ajo (Huamani & Arauco, 2024) y los extractos etanólicos (Korkmaz et al., 2021). Estas alternativas naturales representan una opción prometedora frente a los métodos convencionales de control microbiano. El tomillo (*Thymus vulgaris*) se ha consolidado como una fuente natural de compuestos fenólicos bioactivos, entre ellos timol, carvacrol, p-cimeno, γ -terpineno, limoneno, borneol y linalol, reconocidos por su potente efecto antimicrobiano (Leal et al., 2024). A pesar de ser un recurso accesible y de bajo costo, su aplicación en la formulación de productos con actividad antimicrobiana sigue siendo limitada, esta situación representa un desafío tanto para la innovación como para el desarrollo de estrategias más eficientes en el control de patógenos, especialmente en sectores donde la resistencia microbiana constituye un riesgo creciente (Barbosa, 2024).

El extracto etanólico de tomillo ha demostrado ser particularmente efectivo en la inhibición de varios microorganismos patógenos, incluidas cepas de *Staphylococcus aureus* (Luján et al., 2009), una bacteria que puede contaminar alimentos y productos de consumo, generando toxinas perjudiciales para los consumidores (Howden et al., 2023). Además, otros microorganismos, como los *Fusarium oxysporum* (Balanta et al., 2013), mohos y levaduras (Brr & Mahmoud, 2005) presentes también en productos agrícolas alimenticios, que no solo disminuyen la calidad del producto, sino que pueden afectar sus características sensoriales y nutricionales. Estos efectos resaltan la importancia de explorar las propiedades antimicrobianas de compuestos naturales, que además de ser efectivos, pueden reducir la necesidad de conservantes químicos, abordando al mismo tiempo los riesgos asociados con la resistencia antimicrobiana (Uscocovich et al., 2024). Estudios científicos han demostrado que el tomillo (*Thymus vulgaris*) exhibe una notable actividad antimicrobiana, efectiva tanto contra bacterias Gram-positivas como contra microorganismos Gram-negativos (Arias et al., 2006). Esta capacidad se debe, en gran medida, a la acción sinérgica de sus compuestos bioactivos, los cuales, al interactuar entre sí, potencian su efecto antimicrobiano y amplían su espectro de acción (Ribó, 2015). Estos hallazgos refuerzan el potencial del tomillo como una alternativa natural para el control de patógenos en diversas aplicaciones, desde la industria alimentaria hasta la medicina (Véliz et al., 2024). Este estudio evaluó la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de tomillo (*Thymus vulgaris*) contra *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras en condiciones in vitro, con el propósito de determinar su eficacia como inhibidor del crecimiento de estos microorganismos. Más allá de proporcionar una alternativa natural y efectiva para el control microbiano, esta investigación busca fomentar el desarrollo de estrategias más sostenibles, reduciendo la dependencia de compuestos sintéticos. De esta manera, se responde a la creciente demanda de los consumidores por productos más naturales y menos invasivos, tanto en la protección de cultivos como en la conservación de alimentos.

Metodología

Se aplicó un diseño experimental A*B+3, seguido de una prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre los promedios, así como contrastes ortogonales para verificar las diferencias entre el grupo testigo y los tratamientos aplicados. El factor A, correspondiente a la concentración del extracto, incluyó tres niveles (20%, 30% y 40%), mientras que el factor B, que se refirió al tipo de

microorganismo, estuvo compuesto por tres categorías: *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras. Adicional se aplicaron testigos sin extracto a cada tipo de microorganismo (Tabla 1).

Tabla 1. Factores de estudio

Factores	Simbología	Descripción
A: Concentración del extracto	a1	20 %
	a2	30 %
	a3	40 %
B: Tipo de microorganismo	b0	<i>Staphylococcus aureus</i>
	b1	Levaduras
	b2	Mohos

Esto dio lugar a un total de doce tratamientos, cada uno con tres repeticiones, lo que resultó en 36 unidades experimentales en total (Tabla 2). La información recopilada fue analizada utilizando los softwares estadísticos Statgraphics e Infostat. La variable dependiente de este estudio fue el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (%).

Tabla 2. Tratamientos

Tratamientos	Simbología	Descripción
T0a	a0b0	0 % + <i>Staphylococcus aureus</i>
T0b	a0b1	0 % + levaduras
T0c	a0b2	0 % + mohos
T1	a1b1	20 % + <i>Staphylococcus aureus</i>
T2	a1b2	20 % + levaduras
T3	a1b3	20 % + mohos
T4	a2b1	30 % + <i>Staphylococcus aureus</i>
T5	a2b2	30 % + levaduras
T6	a2b3	30 % + mohos
T7	a3b1	40 % + <i>Staphylococcus aureus</i>
T8	a3b2	40 % + levaduras

T9	a3b3	40 % + mohos
----	------	--------------

El tomillo utilizado se obtuvo en el Cantón El Empalme-Ecuador, en la finca “Las Orquídeas” del recinto Santa Marianita; la cual se extrajo siguiendo la metodología por (Figuroa et al., 2024) en la cual se realizó con alcohol etanólico.

Para evaluar el porcentaje de inhibición del crecimiento microbiano, se adoptó el procedimiento propuesto por Arce et al. (2019), basado en la técnica de difusión en agar. Las unidades experimentales se prepararon inoculando 150 µl de una suspensión de patógenos sobre placas de Petri de 9 cm de diámetro. Se utilizó Agar sal manitol para cultivar *Staphylococcus aureus*, y medio Potato Dextrose Agar (PDA) para el desarrollo de mohos y levaduras. La distribución de la solución se realizó de manera uniforme en toda la superficie del medio con ayuda de un asa bacteriológica previamente esterilizada.

Las placas fueron incubadas a 28 °C hasta observar un crecimiento visible en el caso de mohos y levaduras, mientras que las muestras con *Staphylococcus aureus* se mantuvieron a 35 °C durante 48 horas. Una vez alcanzado el crecimiento deseado, se colocó cuidadosamente en el centro de cada placa un disco de papel filtro de 5 mm de diámetro, previamente impregnado con extracto etanólico de tomillo en concentraciones del 20 %, 30 % y 40 %. Como control negativo, se utilizó un disco impregnado con agua estéril, colocado también sobre el medio de cultivo junto a los microorganismos. Esta disposición permitió observar, de forma clara y comparativa, la capacidad antimicrobiana del extracto evaluado frente a los organismos seleccionados.

Luego, fueron medidos los diámetros de las colonias a los 1, 2, 3 y 4 días con una regla graduada, restando el diámetro del disco sembrado y utilizando la ecuación:

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

Resultados

El análisis de ANOVA mostró que las concentraciones del extracto etanólico de tomillo tuvieron un efecto estadísticamente significativo en la inhibición del crecimiento ($p < 0,05$). El tipo de microorganismo no fue relevante en la inhibición ($p > 0,05$) y a interacción entre las variables AxB solo presentaron significancia representativa en los dos primeros días (Tabla 3).

Tabla 3. Resumen ANOVA porcentaje inhibición del crecimiento

Variable	Concentración del extracto (A)	Tipo de microorganismo (B)	Interacción (AxB)
%IC día 1	<0,0001*	0,6401 ^{ns}	0,0184*
%IC día 2	<0,0001*	0,4204 ^{ns}	0,0147*
%IC día 3	<0,0001*	0,1428 ^{ns}	0,0619 ^{ns}
%IC día 4	<0,0001*	0,0608 ^{ns}	0,0818 ^{ns}

* Significativo NS=No significativo

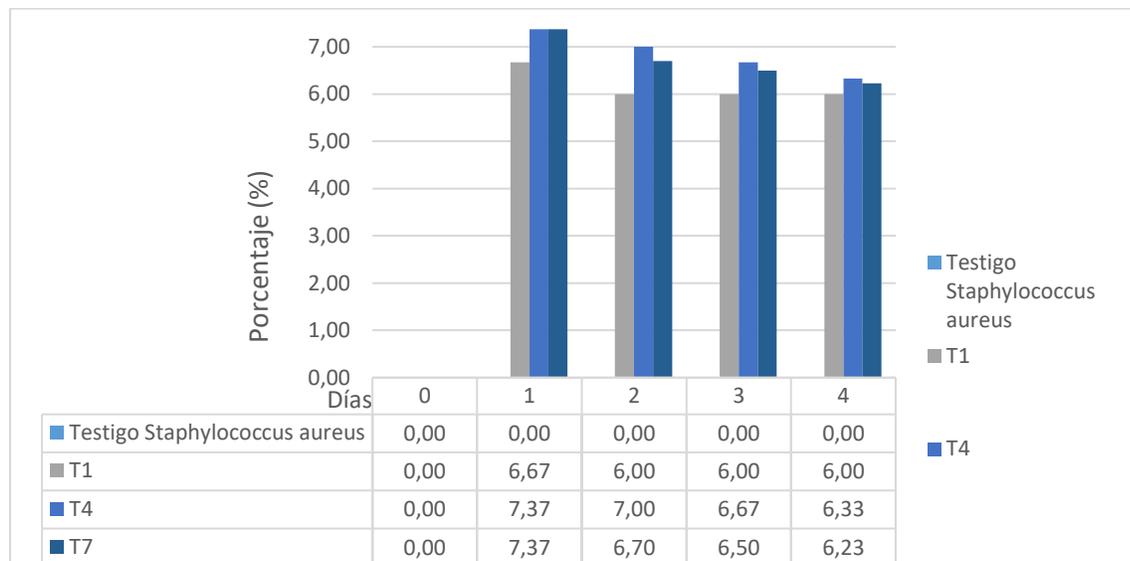
Los resultados obtenidos a partir de los contrastes ortogonales para la variable "porcentaje de inhibición del crecimiento" revelan una marcada variabilidad entre los tratamientos aplicados y sus respectivos controles (Tabla 4). Esta diferencia significativa evidencia de manera clara la efectividad de los tratamientos evaluados frente a sus testigos, resaltando su potencial en la inhibición microbiana.

Tabla 4. Contrastes ortogonales de inhibición del crecimiento micelial

Contraste	Promedio del contraste
Testigos contra tratamientos día 1	<0,0001**
Testigos contra tratamientos día 2	<0,0001**
Testigos contra tratamientos día 3	<0,0001**
Testigos contra tratamientos día 4	<0,0001**

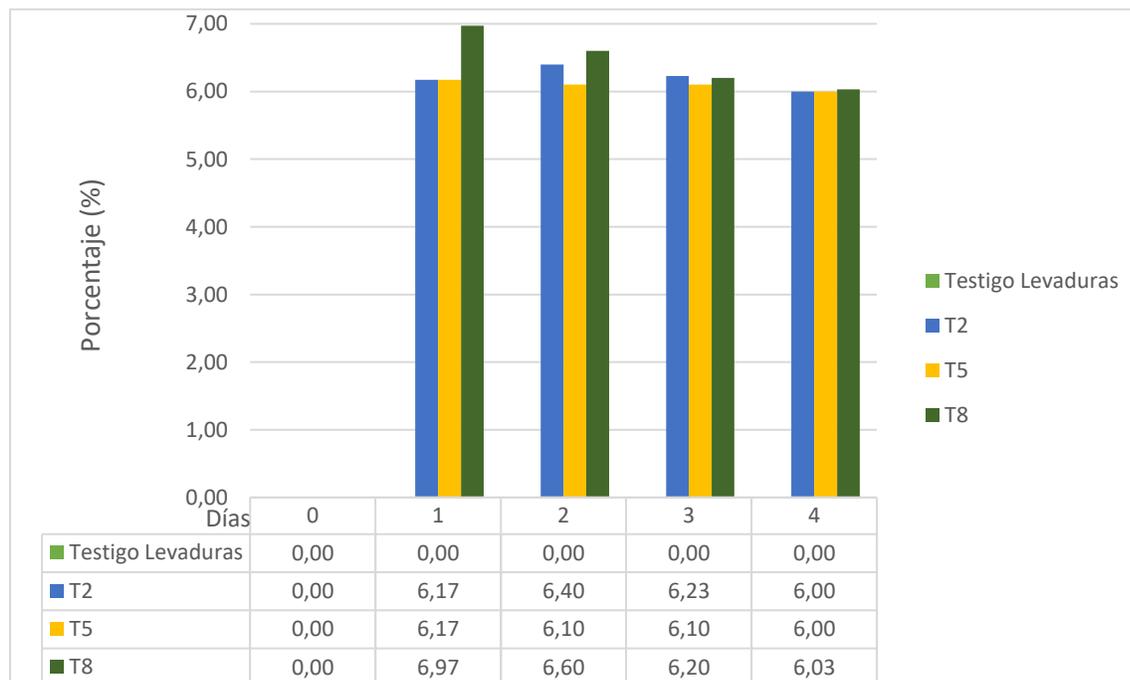
Como se aprecia en la Figura 1, en la prueba de subconjuntos de Tukey, indica que la mayor inhibición para *Staphylococcus aureus* la presentó el tratamiento 4 (extracto al 30 %), seguido del tratamiento 7 (extracto 40 %) y el menos efectivo fue el tratamiento 1 (extracto 20 %). La inhibición fue disminuyendo a medida que transcurrían los días en todas las formulaciones.

Figura 1. Prueba Tukey para inhibición de *Staphylococcus aureus*



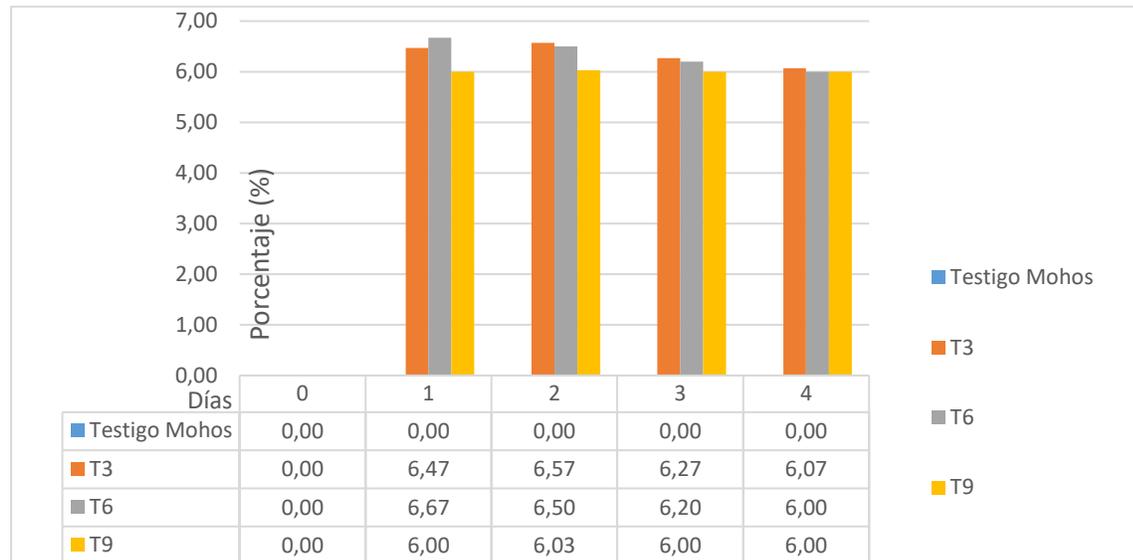
La prueba de Tukey con la Figura 2, muestra que el tratamiento 8 (40 % del extracto) logró mejor inhibición de las levaduras, que los tratamientos 5 (30 % de concentración) y 2 (20 % de concentración) respectivamente.

Figura 2. Prueba Tukey para inhibición de Levaduras



Referente a los mohos (Figura 3), según la prueba de subconjuntos homogéneos de Tukey, detalla que la mejor concentración para inhibir este microorganismo fue el tratamiento 6 (30 % del extracto), seguido de los tratamientos 3 (concentración del 20 %) y 9 (concentración del 40 %).

Figura 3. Prueba Tukey para inhibición de Mohos



Discusión

Diversos estudios in vitro han demostrado que los extractos hidroalcohólicos derivados de plantas poseen una notable capacidad para inhibir microorganismos responsables del deterioro de alimentos y productos agrícolas. Estos compuestos naturales actúan suprimiendo el desarrollo de una amplia gama de patógenos, incluidos tanto bacterias grampositivas como gramnegativas, así como levaduras y ciertos tipos de hongos, lo que a su vez podría contribuir a reducir riesgos para la salud humana y animal (Hammer et al., 1999).

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que el extracto etanólico de tomillo (*Thymus vulgaris*) posee una notable capacidad de inhibición frente al crecimiento de *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras, confirmando hallazgos previos reportados en la literatura científica. Este efecto antimicrobiano puede atribuirse principalmente a la presencia de compuestos fenólicos bioactivos, entre los cuales destacan el timol y el carvacrol, considerados los principales agentes responsables de la actividad bactericida del tomillo, compuestos que poseen una alta afinidad por las membranas celulares bacterianas, alterando su integridad estructural y funcional (Singletary, 2010).

El mecanismo de acción consiste en la desestabilización de la bicapa lipídica de la membrana plasmática, lo que provoca un aumento en la permeabilidad celular, cuya consecuencia, genera fugas de iones, proteínas y otros metabolitos esenciales, interfiriendo en la homeostasis celular. Además, el timol y el carvacrol afectan la actividad enzimática intracelular e interfieren con procesos metabólicos fundamentales como la síntesis de ATP y la replicación del ADN, provocando la detención del crecimiento bacteriano y, en muchos casos, la lisis celular (Hajibonabi et al., 2023).

En relación con los hongos, Ghosh et al. (2022) señalan que los extractos hidroalcohólicos poseen propiedades antifúngicas que actúan a través de distintos mecanismos, que destacan la capacidad de interferir con el crecimiento de los micelios, generando alteraciones en su estructura morfológica y comprometiendo la integridad de sus membranas celulares, que conlleva la interrupción de la biosíntesis de ergosterol, un componente esencial en la membrana plasmática de los hongos. Esta alteración favorece el aumento de la permeabilidad celular, facilitando la pérdida de componentes vitales como proteínas y ácidos nucleicos, lo que finalmente conduce a la desestabilización del organismo y su muerte celular (Véliz et al., 2024).

Del mismo modo, la eficacia antimicrobiana del extracto depende de varios factores clave, entre ellos la concentración utilizada, el tiempo de exposición al tratamiento y la naturaleza específica del microorganismo sobre el cual se aplica. Estas variables interactúan entre sí y pueden potenciar o limitar el efecto inhibitorio del extracto (Bouzahouane et al., 2021).

Mohammed et al. (2023) evaluaron la eficacia antimicrobiana del extracto de tomillo contra diferentes especies de estafilococos aislados de mastitis subclínica en ganado bovino, cuyos resultados indicaron que el extracto alcohólico inhibió significativamente el crecimiento de *S. aureus* y otras especies de estafilococos. Majedi et al. (2024) lograron inhibición de *Staphylococcus aureus*, *E. Coli* y *Candida Albicans* a nivel in vitro con la combinación de los extractos de Tomillo (*Thymus vulgaris*), Rosa damascena (*Rosa damascena*) y *Stachys lavandulifolia vahl*, Luján et al. (2009) argumentan la susceptibilidad de la cepa *Staphylococcus aureus* por los extractos alcohólicos e hidroalcohólicos de *Thymus vulgaris*. Karam et al. (2024) probaron la disminución en las levaduras provenientes de muestras de queso blando aplicando extractos alcohólicos de tomillo.

Conclusiones

El presente estudio demostró que el extracto etanólico de tomillo (*Thymus vulgaris*) posee una significativa actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras, cuando se aplica en condiciones in vitro. Las pruebas realizadas evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, especialmente en función de la concentración del extracto y el tipo de microorganismo evaluado. Este comportamiento confirma que los compuestos bioactivos presentes en el tomillo, particularmente el timol y el carvacrol, son los principales responsables de la desestabilización de las membranas celulares, alterando la homeostasis y provocando la inhibición o muerte del microorganismo.

Se estableció que la concentración del 30 % fue óptima para inhibir *Staphylococcus aureus* y mohos, mientras que el 40 % fue más efectivo frente a levaduras. Estos resultados permiten concluir que el extracto de tomillo no solo es efectivo, sino que también puede actuar de forma diferencial dependiendo de la especie microbiana, lo que ofrece una ventaja en el diseño de estrategias antimicrobianas específicas y selectivas.

Los hallazgos obtenidos coinciden con investigaciones previas que han validado el uso de extractos hidroalcohólicos de tomillo como alternativa natural frente a microorganismos patógenos resistentes a tratamientos convencionales. La eficacia observada en este estudio respalda su potencial aplicación en áreas como la agroindustria, la conservación de alimentos y la formulación de productos agrícolas con valor agregado.

Finalmente, se recomienda profundizar en investigaciones complementarias que incluyan pruebas a nivel in vivo, estudios de toxicidad, y la identificación precisa de los componentes fitoquímicos responsables de la acción antimicrobiana. Esto permitirá consolidar al tomillo como un recurso natural viable para el desarrollo de soluciones sostenibles en el control microbiológico, con aplicaciones tanto en el ámbito alimentario como en la salud pública.

Referencias

- Araújo, D. L., da Silva Machado, B. A., Mascarenhas, J. M. F., Alves, S. P., de Sousa, S. L. F., de Moura, L. C., ... & Souza, M. S. (2021). Analysis of the antimicrobial activity of the essential oil of oregano (*Origanum vulgare*): a review study on the main effects on pathogens. *Research, Society and Development*, 10(2), e36810212584-e36810212584. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12584>
- Arce Araya, C; Varela Benavides, I; Torres Portuguez, S. 2019. Inhibición del crecimiento micelial de hongos asociados a antracnosis en ñame (*Dioscorea alata*). *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 381-393. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n2/2215-3608-am-30-02-00381.pdf>
- Arias, F. H., & García-Rico, R. O. (2006). Evaluación in vitro del efecto bactericida de extractos acuosos de laurel, clavo, canela y tomillo sobre cinco cepas bacterianas patógenas de origen alimentario. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 4(2), 13-19.
- Balanta, J. F., Ramirez, L., & Caicedo-Bejarano, L. D. (2013). Características fisicoquímicas y actividad antimicótica del extracto de tomillo sobre cepas *Fusarium oxysporum*. *Ingenium*, 7(17), 29-35.
- Barbosa, Y. A. C. (2024). Cadenas de suministro para especies frutales en Latinoamérica y el Caribe: una revisión de alcance. *Journal of Management & Business Studies*, 6(1), 1-24. <https://orcid.org/0009-0003-9627-0901>
- Brr, A. A. H., & Mahmoud, Y. A. G. (2005). Anti-yeast effects of some plant extracts on yeasts contaminating processed poultry products in Egypt. *Czech J. Food Sci.* Vol, 23(1), 12-19.
- Chulze, S. N. (2023). Agentes de control biológico de origen microbiano para reducir el impacto de hongos patógenos y toxicogénicos. *Revista argentina de microbiología*, 55(1), 1-3. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2023.02.001>
- Dhingra, S., Rahman, N. A. A., Peile, E., Rahman, M., Sartelli, M., Hassali, M. A., ... & Haque, M. (2020). Microbial resistance movements: an overview of global public health threats posed by antimicrobial resistance, and how best to counter. *Frontiers in Public Health*, 8, 535668. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.535668>
- Figuroa, 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.

- Flores-Loor, E. L., Plúa-Ortíz, B. A., Sánchez-Plaza, F. A., Cevallos-Cedeño, R. E., Díaz-Campoza, E. G., & Vaca-Martínez, L. Y. (2023). Influencia de las gomas naturales carragenina y xanthan como estabilizantes en el jugo de tamarindo (*Tamarindus indica*). *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(12), 93-109. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0106>
- García-Aguilera, J. A., Arreola-Díaz, N., Servín-Torres, A. Y., Díaz-Soto, L. E., Morales-Flores, S., & Ángel-Hernández, A. (2021). Evaluación de inoculante de bacterias benéficas y micorrizas en cultivo de chile jalapeño. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 3(1), 49-58. <https://doi.org/10.15174/cia.v3i1.34>
- García, Y., Ponce, D. P., Mancero, D., & Pancho, T. (2022). Incidencia del manejo de plantaciones comerciales del cultivo de banano sobre la calidad del suelo, Balao, Guayas. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 2011-2027. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v7i10.4827>
- 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 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>
- Hajibonabi, A., Yekani, M., Sharifi, S., Nahad, J. S., Dizaj, S. M., & Memar, M. Y. (2023). Antimicrobial activity of nanoformulations of carvacrol and thymol: New trend and applications. *OpenNano*, 13, 100170. <https://doi.org/10.1016/j.onano.2023.100170>
- Herrera, R., de Von Chong, M., Artola, A., Tuñón, J., Cruz, A., Camargo, V., ... & Mejía, F. (2023). Caracterización de microorganismos benéficos para el control biológico de patógenos de arroz. *Ciencia Agropecuaria*, (37), 35-61. <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/615>
- Huamani, S. A. G., & ARAUCO, H. E. O. (2024). EL AJO Y SUSEFECTOS ANTIMICROBIANOS GARLIC AND ANTIMICROBIAL EFFECTS. *IPHO-Journal of Advance Research in Medical & Health Science*, 2(05), 01-04. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11364739>
- Karam-Allah, A. A. K., Fathy Mohamed, D. M., & Kholif, A. M. (2024). Effect of Thyme Extract on Antioxidant, Antimicrobial Properties, and Nutritional Value of White Soft Cheese. *Egyptian Journal of Chemistry*, 67(8), 609-621. <https://doi.org/10.25130/tjas.21.2.6>

- Korkmaz, I. O., Bilici, C., & Korkmaz, S. (2021). Sensory, pH, syneresis, water-holding capacity, and microbiological changes in homemade yogurt prepared with maca (*Lepidium meyenii*) powder and propolis extract. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23, 100291. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100291>
- Leal, K., B Parmeggiani, E. ., M Rodrigues, C., & R Leal, M. L. (2024). Efectos del uso de fitonutrientes en la dieta de rumiantes lecheros: Revisión sistemática. *Revista MVZ Córdoba*, 29(3), e3545. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3545>
- Luján, C. G., Rojo, S. E. A., Martínez, R. R., Romero, A. M., Baca, P. R., & Reséndez, A. M. (2009). Susceptibilidad in vitro de una Cepa de *Staphylococcus aureus* Resistente a Diferentes Extractos Vegetales. *Agraria*, 6(1-2-3), 19-24. <https://doi.org/10.59741/agraria.v6i1-2-3.438>
- Majedi, S., Yassen, A. O., & Issa, S. Y. (2024). Assessing the combination of three plant species: Thyme (*Thymus vulgaris*), Damask Rose (*Rosa damascena*), and *Stachys lavandulifolia* vahl, to determine their synergistic effects on antimicrobial properties. *Chemical Review and Letters*, 7(2), 294-310. <https://doi.org/10.22034/crl.2024.437005.1286>
- Mohammed, A. L., Alqatrani, W. H. A., & Jaber, N. N. (2023). Antimicrobial efficacy of *Thymus vulgaris* extract against some *Staphylococcus* species isolated from subclinical mastitis in cattle in Basrah province, Iraq. *Open Veterinary Journal*, 13(10), 1352-1358.
- Murugaiyan, J., Kumar, P. A., Rao, G. S., Iskandar, K., Hawser, S., Hays, J. P., ... & van Dongen, M. B. (2022). Progress in alternative strategies to combat antimicrobial resistance: Focus on antibiotics. *Antibiotics*, 11(2), 200. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020200>
- Ortega, A. R., Pita, B. Á., Novelles, M. D. C. T., Vasallo, A. M., Pérez, O. P., & Castaño, I. E. (2022). Efecto del aceite esencial de *Lippia graveolens* Kunth (orégano mexicano) sobre la biopelícula de *Salmonella Typhimurium*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 27(2).
- Palacios Bravo, E. R., Ortega Ante, D. A., Moreira Macías, R. W., & Díaz Campozano, E. G. (2024). Efecto antimicrobiano del recubrimiento de quitosano aplicado al banano poscosecha en Los Ríos, Ecuador. *Dominio De Las Ciencias*, 10(3), 740–752. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3951>
- Polanco-Florián, L. G., Alvarado-Gómez, O. G., Olivares-Sáenz, E., González-Garza, R., & Pérez-González, O. (2020). Control biológico de *Lasiodiplodia theobromae* y *Fomitopsis meliae*

- causantes de la muerte regresiva de los cítricos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(5), 1069-1081. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.2272>
- Rengel, J. M., & Cardenas, M. F. (2022). Evaluación de riesgos toxicológicos en las personas que laboran en bananeras de la Provincia El Oro. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS-ISSN 2806-5794.*, 4(5), 453-463. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/315>
- Ribó, M. (2015). El Tomillo. *AE. Revista Agroecológica de Divulgación*, (22), 58-58.
- Rodríguez-Grimaldo, J. E., González, G. M., & Montoya, A. M. (2022). Fusarium: un fitopatógeno que amenaza la salud humana. *Revista CienciaUANL*, 25(114), 37-43. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl25.114-1>
- Singletary, K. (2010). Oregano: overview of the literature on health benefits. *Nutrition Today*, 45(3), 129-138. <https://doi.org/10.1097/NT.0b013e3181dec789>
- Ugarte-Barco, F. A., Zhiñin-Huachun, I. A., & Hernández-Pérez, R. (2022). Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa AAA cv. Williams*). *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1456>
- Uscocovich-Álvarez, Á. A., Baquerizo-Figueroa, J. M., Rojas-Uribe, L. S., Santos-Fálconez, M. C., Reinoso-Baque, I. M., & Díaz-Camposano, E. G. (2024). Efecto del recubrimiento con quitosano en la reducción microbiológica y conservación del color del banano poscosecha. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 7(13), 227-240. <https://www.journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/185>
- Vega-López, S., Troya, V. A. G., Álava, G. M. G., Miranda, S. E. B., Escobar, K. Y. R., & Morejón, J. P. A. (2023). Utilización de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) con mora (*Rubus ulmifolius*) arándano (*Oxycoccus microcarpus*) y frambuesa (*Rubus idaeus*) en la elaboración de un néctar. *Revista De Investigación Talentos*, 10(2), 41-52. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9617664>
- 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>
- Wagner, L. S., Fernandez, E. N., & Campos-soldini, M. P. (2023). Antifeedant and contact repellent activity of thyme, tarragon, marigold and lavender crude extracts against *Epicauta*

atomaria (Coleoptera: Meloidae): Actividad antialimentaria y repelente por contacto de extractos crudos de tomillo, estragón, copete y lavanda frente al insecto plaga *Epicauta atomaria* (Coleoptera: Meloidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 82(4), 56-64. <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/81776>.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).