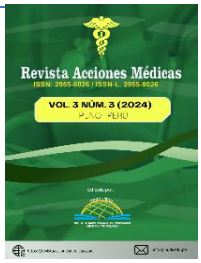
Rev. Acciones Méd. (2026). Vol. 5 Núm. 1 págs. 26-38

Revista Acciones Médicas

www.accionesmedicas.com

ISSN: 2955-8026 / ISSN-L: 2955-8026

Editada por:
Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú



ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto antimicótico del extracto hidroalcohólico de Tropaeolum majus L. frente a dermatofitos causantes de Tinea pedis

Antifungal effect of the hydroalcoholic extract of Tropaeolum majus L. against dermatophytes causing Tinea pedis

Efeito antifúngico do extrato hidroalcoólico de Tropaeolum majus L. frente a dermatófitos causadores de Tinea pedis

Jesús Riveros
Universidad Hipócrates, Acapulco-Estado de Guerrero, México
https://orcid.org/0000-0003-1469-8756
ribrojesiciictmedic@gmail.com (correspondencia)

DOI: https://doi.org/10.35622/j.ram.2026.01.002

Recibido: 28/12/2025 Aceptado: 18/01/2026 Publicado: 17/02/2026

PALABRAS CLAVE

actividad antifúngica, dermatofitos, hidroalcohólico, tinea pedis.

RESUMEN. Las micosis superficiales son infecciones cutáneas frecuentes y la tinea pedis se asocia principalmente a dermatofitos como *Trichophyton rubrum, T. mentagrophytes y Epidermophyton floccosum*. Aunque los antifúngicos sintéticos son el tratamiento estándar, las recurrencias, efectos adversos y la disminución de la sensibilidad fúngica han motivado la evaluación de alternativas de origen vegetal. El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto antimicótico del extracto hidroalcohólico de flores de *Tropaeolum majus L*. sobre el crecimiento in vitro de *T. rubrum, T. mentagrophytes* y *E. floccosum*. Se realizó un estudio experimental comparativo. Se prepararon cinco extractos por maceración empleando etanol en gradientes de 65°, 70°, 80°, 85° y 90°. La actividad antimicótica se determinó mediante difusión en disco (Kirby–Bauer) y difusión en pozo, utilizando clotrimazol como control positivo y agua destilada como control negativo. La respuesta se evaluó por el diámetro del halo de inhibición y la ausencia de crecimiento visible en el área de difusión. Los resultados evidenciaron inhibición del crecimiento de las tres especies en todos los extractos evaluados, con concordancia entre ambas técnicas y comportamiento reproducible en las réplicas. En conjunto, los resultados sustentan el potencial terapéutico de la especie vegetal T. majus como fuente de compuestos bioactivos con posible aplicación en el tratamiento de micosis superficiales, y respaldan su consideración como alternativa fitoterapéutica complementaria en escenarios donde se busca reducir la dependencia de antifúngicos sintéticos o enfrentar problemas asociados a resistencia y accesibilidad.

KEYWORDS

antifungal activity, dermatophytes, hydroalcoholic extract, tinea pedis.

ABSTRACT. Superficial mycoses are common cutaneous infections, and tinea pedis is primarily associated with dermatophytes such as Trichophyton rubrum, T. mentagrophytes, and Epidermophyton floccosum. Although synthetic antifungals remain the standard treatment, recurrences, adverse effects, and reduced fungal susceptibility have prompted the evaluation of plant-based alternatives. The aim of this study was to evaluate the antifungal effect of the hydroalcoholic extract of Tropaeolum majus L. flowers on the in vitro growth of T. rubrum, T. mentagrophytes, and E. floccosum. A comparative experimental study was conducted. Five extracts were prepared by maceration using ethanol gradients of 65°, 70°, 80°, 85°, and 90%. Antifungal

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

activity was determined by disk diffusion (Kirby–Bauer) and agar well diffusion methods, using clotrimazole as a positive control and distilled water as a negative control. The response was assessed by measuring the diameter of the inhibition halo and the absence of visible growth within the diffusion area. The results showed growth inhibition of the three species in all evaluated extracts, with concordance between both techniques and reproducible behavior across replicates. Overall, the findings support the therapeutic potential of T. majus as a source of bioactive compounds with possible application in the treatment of superficial mycoses and endorse its consideration as a complementary phytotherapeutic alternative in contexts aiming to reduce reliance on synthetic antifungals or address resistance and accessibility issues.

PALAVRAS-CHAVE

atividade antifúngica, dermatófitos, extrato hidroalcoólico, tinea pedis.

RESUMO. As micoses superficiais são infecções cutâneas frequentes, e a tinea pedis está principalmente associada a dermatófitos como Trichophyton rubrum, T. mentagrophytes e Epidermophyton floccosum. Embora os antifúngicos sintéticos constituam o tratamento padrão, as recorrências, os efeitos adversos e a redução da sensibilidade fúngica têm motivado a avaliação de alternativas de origem vegetal. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito antifúngico do extrato hidroalcoólico das flores de Tropaeolum majus L. sobre o crescimento in vitro de T. rubrum, T. mentagrophytes e E. floccosum. Foi realizado um estudo experimental comparativo. Cinco extratos foram preparados por maceração utilizando gradientes de etanol de 65°, 70°, 80°, 85° e 90°. A atividade antifúngica foi determinada pelos métodos de difusão em disco (Kirby–Bauer) e difusão em poço em ágar, utilizando clotrimazol como controle positivo e água destilada como controle negativo. A resposta foi avaliada pelo diâmetro do halo de inibição e pela ausência de crescimento visível na área de difusão. Os resultados evidenciaram inibição do crescimento das três espécies em todos os extratos avaliados, com concordância entre ambas as técnicas e comportamento reprodutível nas réplicas. Em conjunto, os achados sustentam o potencial terapêutico de T. majus como fonte de compostos bioativos com possível aplicação no tratamento de micoses superficiais e respaldam sua consideração como alternativa fitoterápica complementar em cenários que buscam reduzir a dependência de antifúngicos sintéticos ou enfrentar problemas relacionados à resistência e acessibilidade.

1. INTRODUCCIÓN

Las infecciones micóticas superficiales causadas por hongos dermatofitos constituyen en la actualidad un importante problema de salud pública a nivel mundial [3,4]. Entre ellas, la Tinea pedis o pie de atleta es reconocida como la micosis superficial más frecuente, con presentación aguda o crónica y elevada tendencia a la recurrencia [3,4]. Se estima que entre el 30 % y el 70 % de la población experimenta al menos un episodio de infección micótica en los pies a lo largo de su vida, con mayor incidencia en regiones tropicales y subtropicales y en personas expuestas a factores predisponentes como el uso prolongado de calzado cerrado, medias gruesas y sudoración excesiva [5,6].

Los principales agentes etiológicos de las dermatofitosis humanas pertenecen a los géneros *Epidermophyton, Microsporum y Trichophyton*, siendo *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes y Epidermophyton floccosum* los patógenos más comúnmente asociados a la Tinea pedis. Estas infecciones afectan principalmente tejidos queratinizados como piel, uñas y cabello y, aunque rara vez comprometen la vida del paciente, generan molestias persistentes, impacto negativo en la calidad de vida y un incremento del gasto sanitario asociado a tratamientos prolongados [7,8].

El manejo terapéutico convencional de las dermatofitosis se basa principalmente en el uso de antifúngicos tópicos y sistémicos, entre los que destacan los azoles y las alilaminas. No obstante, su empleo suele requerir esquemas terapéuticos prolongados, lo que favorece la aparición de efectos adversos y se ha asociado al desarrollo progresivo de resistencia antifúngica, particularmente en *T. rubrum* [1,2]. Asimismo, el uso amplio e

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

indiscriminado de estos fármacos en la atención primaria ha sido identificado como un factor que contribuye a la disminución de la sensibilidad fúngica observada en los últimos años [1,2].

A pesar de los avances farmacológicos, persisten limitaciones relacionadas con el costo, la efectividad y la tolerabilidad de los tratamientos disponibles. Los antifúngicos tópicos presentan menor eficacia en infecciones crónicas, en estructuras altamente queratinizadas como uñas y cuero cabelludo, o en zonas con epidermis engrosada como palmas y plantas, mientras que los tratamientos sistémicos, aunque más eficaces en casos complejos, incrementan el riesgo de efectos secundarios e interacciones farmacológicas [7,9]. Estudios recientes confirman que la Tinea pedis continúa siendo altamente prevalente en poblaciones específicas como deportistas, personal militar, niños y pacientes con enfermedades crónicas, lo que evidencia su persistencia como un problema sanitario relevante [10,11].

En este contexto, la búsqueda de alternativas terapéuticas de origen vegetal ha cobrado interés en los últimos años. Las plantas medicinales han sido utilizadas tradicionalmente en el tratamiento de infecciones fúngicas debido a la presencia de metabolitos secundarios con propiedades antimicóticas y antiinflamatorias. En particular, los extractos hidroalcohólicos permiten una mayor solubilización y concentración de compuestos bioactivos, como flavonoides, glucosinolatos, compuestos fenólicos y alcaloides, siempre que se garantice una adecuada estandarización y reproducibilidad del proceso de extracción [12,13].

Tropaeolum majus L. es una especie ampliamente empleada en la medicina tradicional por sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y cicatrizantes. Estudios fitoquímicos han reportado que esta planta contiene glucosinolatos que, tras su hidrólisis, generan isotiocianatos con reconocida actividad antimicrobiana, así como flavonoides y ácidos fenólicos con potencial actividad antifúngica. Investigaciones previas han demostrado la actividad antibacteriana y antifúngica de extractos de *T. majus L*. frente a diversos microorganismos patógenos; sin embargo, la evidencia científica sobre su efecto específico contra dermatofitos de relevancia clínica continúa siendo limitada [12,13].

Asimismo, existe escasa información sobre la influencia del solvente extractor en la actividad antifúngica de los extractos de *T. majus L.* y sobre su evaluación comparativa mediante técnicas in vitro estandarizadas, lo que limita la estandarización de resultados y la validación científica de su uso como alternativa fitoterapéutica frente a la Tinea pedis [12,13].

En este marco, el presente estudio se planteó determinar el efecto del extracto hidroalcohólico de las flores de *Tropaeolum majus L.* sobre el crecimiento in vitro de *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes* y *Epidermophyton floccosum*, agentes causales de la Tinea pedis, con el propósito de generar evidencia científica que respalde su potencial uso como alternativa o complemento terapéutico frente a los antifúngicos convencionales.

2. MÉTODO

La investigación se desarrolló como un estudio básico, de enfoque cuantitativo, con diseño experimental in vitro, de alcance prospectivo y comparativo, ya que se manipularon condiciones de extracción (graduación alcohólica) y se comparó su efecto frente a controles [38,39.]

Como material vegetal, se emplearon flores de *Tropaeolum majus L.* ("mastuerzo") recolectadas en el Anexo de Palián (Huancayo). Las flores fueron desecadas, trituradas y utilizadas para preparar cinco extractos

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

hidroalcohólicos por maceración, empleando 10 g de muestra por tratamiento y etanol en concentraciones de 65°, 70°, 80°, 85° y 90°, siguiendo un protocolo estandarizado [12,13].

Como material microbiológico, se utilizaron cepas de *Trichophyton rubrum*, *T. mentagrophytes* y *Epidermophyton floccosum* proporcionadas por el Hospital Regional Docente Materno Infantil El Carmen (Huancayo), mantenidas en agar Sabouraud dextrosa al 3 %.

La actividad antimicótica se evaluó mediante la técnica de difusión en pozo en agar inoculado [12,13], incorporando clotrimazol como control positivo y agua destilada como control negativo. Las placas se incubaron a 28 °C durante 7 días.

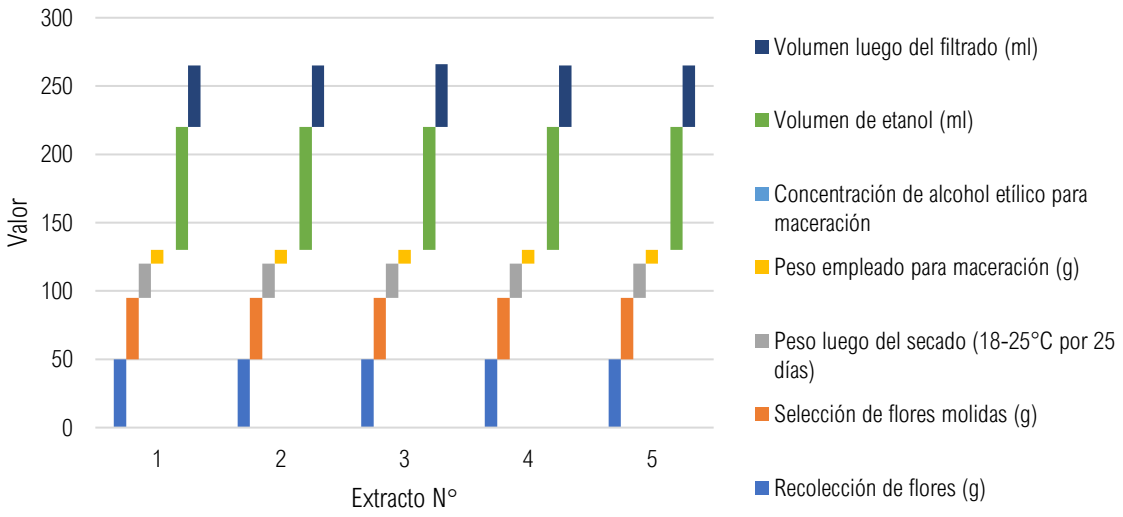
La respuesta se cuantificó mediante el diámetro del halo de inhibición (mm) y, como registro complementario, se consignó la presencia/ausencia de crecimiento visible en la zona de difusión. El análisis consistió en comparar los tratamientos (gradientes de extracción) frente a los controles para estimar el efecto del extracto sobre el crecimiento in vitro de los dermatofitos.

3. RESULTADOS

Obtención del extracto hidroalcohólico

Figura 1

Extractos hidroalcohólicos obtenidos de flores de Tropaeolum majus L. "Mastuerzo"



La Figura 1 sintetiza de manera comparativa las etapas cuantitativas del proceso de obtención de los cinco extractos hidroalcohólicos de *Tropaeolum majus* L. "mastuerzo", evidenciando la estandarización metodológica aplicada a lo largo de todo el procedimiento, con variación exclusiva en la concentración de etanol utilizada para la maceración. En los cinco extractos se mantuvieron constantes la masa inicial de flores recolectadas (50 g), la cantidad de material vegetal seleccionado y molido (45 g), así como el peso final tras el secado controlado a 18–25 °C durante 25 días (25 g), lo que confirma la homogeneidad del material de partida. Asimismo, en todos los casos se emplearon 10 g de flores secas y 90 mL de etanol como solvente extractor, con concentraciones comprendidas entre 65° y 90°, sin observarse variaciones relevantes en el volumen final obtenido tras el proceso de maceración y filtrado, el cual se mantuvo entre 45 y 46 mL.

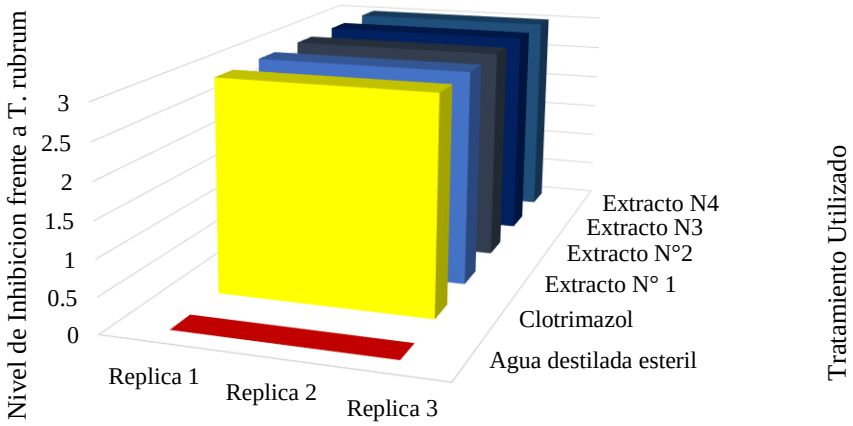
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Esta estabilidad en el rendimiento volumétrico indica que las diferencias en la graduación alcohólica no influyeron de manera significativa en la eficiencia extractiva bajo las condiciones experimentales establecidas. En tal sentido, la figura demuestra la reproducibilidad y control del procedimiento de extracción, validando que los extractos generados son comparables desde el punto de vista cualitativo y metodológico. Esta estandarización resulta crítica para asegurar que las diferencias observadas posteriormente en la actividad antimicótica puedan atribuirse al efecto biológico del extracto y no a variaciones en el proceso de obtención, constituyendo una base sólida para análisis fisicoquímicos y biológicos posteriores [14,15].

Efecto antimicótico ante T. rubrum

Figura 2

Actividad antimicótica del extracto hidroalcohólico de las flores de T. majus L. "Mastuerzo" frente a T. rubrum



	Replica 1	Replica 2	Replica 3
Agua destilada esteril	0	0	0
Clotrimazol	3	3	3
Extracto N° 1	3	3	3
Extracto N°2	3	3	3
Extracto N3	3	3	3
Extracto N4	3	3	3

Nota. Nivel de Crecimiento: 0 = crecimiento total; 1 = crecimiento reducido; 2 = inhibición marcada; 3 = inhibición maxima observable.

La Figura 2 evidencia una inhibición máxima observable del crecimiento de *T. rubrum* en presencia de los extractos hidroalcohólicos de las flores de *Tropaeolum majus L.*, expresada como nivel máximo de inhibición en las tres réplicas evaluadas. La ausencia total de desarrollo micótico en los pocillos tratados indica que el hongo no fue capaz de formar micelio ni expandirse en el medio de cultivo cuando estuvo en contacto directo con el extracto. Este patrón de inhibición sugiere que los compuestos bioactivos presentes en el extracto hidroalcohólico ejercen un efecto directo sobre la viabilidad o el crecimiento micelial de *T. rubrum*. La maceración en etanol favorece la extracción de metabolitos secundarios de naturaleza polar y semipolar, los cuales han sido asociados previamente con actividad antimicótica en plantas medicinales, particularmente frente a hongos filamentosos evaluados mediante técnicas de difusión [5,16,17]. La inhibición observada en los pocillos tratados es consistente con una interferencia en procesos esenciales del crecimiento fúngico, como la elongación hifal o la integridad de la pared celular.

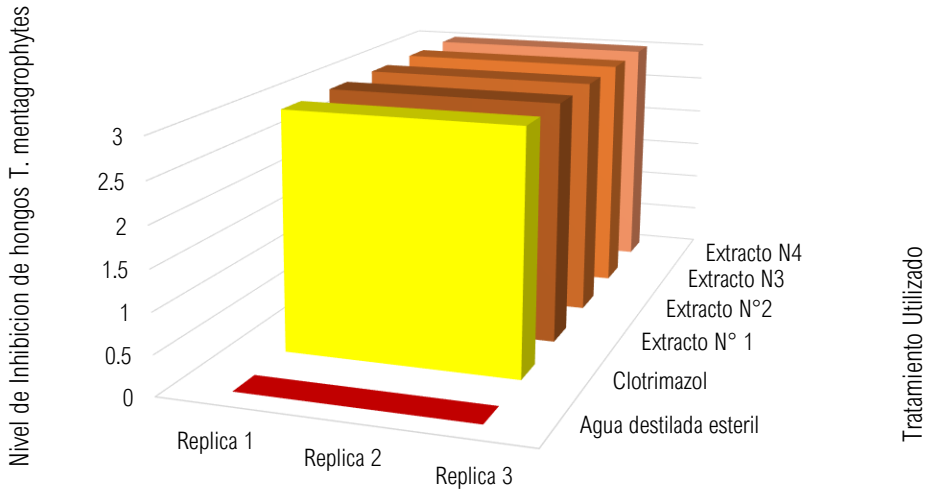
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

El hecho de que todos los extractos, independientemente de la concentración de etanol empleada durante la maceración, produzcan el mismo nivel de inhibición sugiere que los principios activos responsables del efecto antimicótico se encuentran presentes de manera efectiva en todas las preparaciones evaluadas. Esta respuesta uniforme indica que *T. rubrum* presenta alta susceptibilidad al extracto hidroalcohólico de *T. majus* L. bajo las condiciones experimentales establecidas[1,18]. En contraste, el crecimiento observado en los pocillos con agua destilada confirma que el medio de cultivo y las condiciones de incubación permitieron el desarrollo normal del hongo, reforzando que la inhibición registrada responde a la acción del extracto [8,19]. La respuesta obtenida fue equivalente a la observada con el clotrimazol, lo que indica que el extracto genera un entorno desfavorable para el crecimiento micótico comparable al de un antifúngico de referencia, al menos a nivel cualitativo [10,11,20,21]. Dado que *T. rubrum* es un dermatofito de crecimiento lento y predominantemente filamentoso, la inhibición observada mediante la técnica de difusión en pozo refleja una acción efectiva del extracto sobre el desarrollo micelial. [6,15,19,22–24].

Efecto antimicótico ante *T. mentagrophytes*

Figura 3

Actividad antimicótica del extracto hidroalcohólico de las flores de T. majus L. "Mastuerzo", frente a T. mentagrophytes



	Replica 1	Replica 2	Replica 3
Agua destilada esteril	0	0	0
Clotrimazol	3	3	3
Extracto N° 1	3	3	3
Extracto N°2	3	3	3
Extracto N3	3	3	3
Extracto N4	3	3	3

Nota. Nivel de Crecimiento: 0 = crecimiento total; 1 = crecimiento reducido; 2 = inhibición marcada; 3 = inhibición maxima observable

La Figura 3 muestra el nivel de inhibición del crecimiento de *Trichophyton mentagrophytes* tras la exposición a los extractos hidroalcohólicos de flores de *Tropaeolum majus L.,* evaluado mediante difusión en pozo y registrado en una escala ordinal de 0 a 3. En las tres réplicas experimentales, los cinco extractos alcanzaron el nivel 3, correspondiente a ausencia de crecimiento micótico visible en el área de difusión. Este patrón sugiere

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

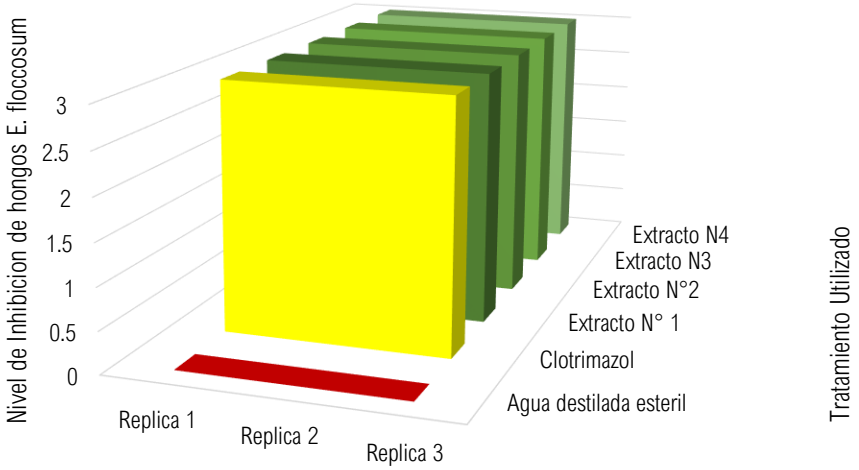
que, bajo las condiciones del ensayo, el extracto limita el establecimiento y la expansión del micelio, posiblemente afectando etapas tempranas del desarrollo del dermatofito (germinación y organización hifal), las cuales son críticas para su colonización en el medio[2,7,10,25–27]. La respuesta fue homogénea entre extractos (sin cambios aparentes asociados a la graduación etanólica de maceración), lo que indica que los componentes extraídos en el rango evaluado se mantuvieron en niveles suficientes para producir el mismo resultado ordinal [28–31].

Asimismo, el nivel 3 observado con los extractos fue coincidente con el control positivo (clotrimazol) en términos cualitativos, es decir, ambos generaron ausencia de crecimiento visible según la escala empleada, sin que ello implique equivalencia de potencia o confirmación de efecto fungicida [32,33]. En contraste, el control negativo (agua destilada estéril) presentó crecimiento, confirmando la viabilidad del inóculo y la adecuación de las condiciones de incubación, y reforzando que la inhibición registrada se asocia a la presencia de sustancias activas en el extracto [9,18,27,34,35]. Dado que este dermatofito presenta una elevada capacidad de colonización en medios favorables, la ausencia de crecimiento sugiere que el extracto altera de forma efectiva las condiciones necesarias para su proliferación. Los resultados obtenidos indican que el extracto hidroalcohólico de *Tropaeolum majus L*. ejerce un efecto inhibitorio aparentemente completo sobre *Trichophyton mentagrophytes* in vitro.

Efecto antimicótico ante E. floccosum

Figura 4

Actividad antimicótica del extracto hidroalcohólico de las flores de T. majus L. "Mastuerzo" frente a E. floccosum



	Replica 1	Replica 2	Replica 3
Agua destilada esteril	0	0	0
Clotrimazol	3	3	3
Extracto N° 1	3	3	3
Extracto N°2	3	3	3
Extracto N3	3	3	3
Extracto N4	3	3	3

Nota. Nivel de Crecimiento: 0 = crecimiento total; 1 = crecimiento reducido; 2 = inhibición marcada; 3 = inhibición maxima observable

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

En concordancia con los patrones observados en T. rubrum y T. mentagrophytes, la Figura 4 muestra que E. floccosum presentó una inhibición máxima observable del crecimiento micótico tras la exposición a los extractos hidroalcohólicos de Tropaeolum majus L., alcanzando el nivel máximo de inhibición (3) en las tres réplicas experimentales. La ausencia de desarrollo micelial en los pocillos tratados se mantuvo constante en todos los extractos evaluados y fue equivalente a la registrada con el control positivo. A diferencia de los dermatofitos del género Trichophyton, E. floccosum se caracteriza por un patrón de crecimiento más compacto y menos ramificado, lo que permite apreciar con mayor claridad la supresión total del crecimiento cuando las condiciones del medio se vuelven desfavorables. En este contexto, la inhibición observada sugiere que el extracto hidroalcohólico interfiere de manera efectiva con los mecanismos de adaptación y expansión micótica propios de esta especie, impidiendo su establecimiento sobre el agar incluso tras periodos prolongados de incubación [21,36,37].

El comportamiento homogéneo de E. floccosum frente a los cinco extractos indica que los compuestos activos presentes en el "mastuerzo" actúan de forma consistente sobre este dermatofito, sin evidenciar variabilidad asociada a la preparación del extracto. La similitud del nivel de inhibición respecto al clotrimazol refuerza la observación de que el extracto genera un entorno incompatible con el crecimiento de E. floccosum bajo las condiciones evaluadas. En contraste, el crecimiento sostenido observado en el control negativo confirma la viabilidad del inóculo y la adecuación del medio de cultivo para el desarrollo del hongo en ausencia de sustancias activas. De este modo, los resultados obtenidos para E. floccosum consolidan el patrón inhibitorio observado en los hongos evaluados previamente, evidenciando que el extracto hidroalcohólico de Tropaeolum majus L. ejerce un efecto antimicótico amplio y consistente frente a dermatofitos de diferente comportamiento morfológico y fisiológico.

4. DISCUSIÓN

La actividad inhibitoria observada para los extractos hidroalcohólicos de *Tropaeolum majus L.* es biológicamente consistente por la presencia de glucosinolatos y sus productos de hidrólisis (isotiocianatos), compuestos ampliamente distribuidos en plantas y asociados a actividad antimicrobiana [21,36,37]. En *T. majus* se ha descrito específicamente un isotiocianato derivado de benzilglucosinolato, lo que respalda que la especie contiene metabolitos bioactivos extraíbles por vía hidroalcohólica [21,36,37] Bajo este marco, un mecanismo razonable para explicar la ausencia de crecimiento micótico visible registrada en el área de difusión es la interferencia con procesos estructurales del hongo (membrana/pared) y/o con etapas tempranas del desarrollo hifal; sin embargo, con el método empleado (lectura visual/ordinal) esto debe interpretarse como inhibición del crecimiento observable, no como fungicidia confirmada.

En relación a los resultados coinciden con evidencia que reportan actividad antifúngica de extractos vegetales frente a dermatofitos mediante ensayos in vitro, lo cual apoya la viabilidad de las plantas medicinales como fuente de compuestos con potencial antimicótico [21,36,37]. La coincidencia se da específicamente en el patrón inhibitoria observable frente a dermatofitos y en la utilidad de extractos vegetales como fuentes de compuestos con potencial antifúngico bajo condiciones controladas [21,36,37]. No obstante, los estudios disponibles difieren en variables críticas que afectan la comparabilidad directa: tipo de matriz (extracto vs aceite esencial), composición química, dosis aplicada, cepas (aislamientos clínicos vs colecciones), y sobre todo el método de cuantificación (halo en mm, MIC/MFC por microdilución, u otros). Estas diferencias metodológicas explican por

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

qué dos trabajos pueden "coincidir" en inhibición visible, pero divergir en intensidad cuantitativa o potencia farmacológica cuando se usan métricas estandarizadas [21,36,37].

A nivel de aporte, el valor diferencial de este estudio es que evalúa un esquema experimental controlado para *T. majus* con extractos hidroalcohólicos comparables (misma masa vegetal, proporción planta–solvente y condiciones de obtención, variando únicamente la graduación alcohólica), y lo contrasta frente a dermatofitos clínicamente relevantes para *Tinea pedis*. Además, al incorporar controles y réplicas, se fortalece la validez interna del patrón observado. En un campo donde parte de la evidencia con plantas es heterogénea por variabilidad de extracción y de cepas, la estandarización operativa mejora la reproducibilidad y deja una base clara para escalar a métricas cuantitativas y confirmatorias [21,36,37].

La pertinencia sanitaria se sostiene porque las micosis superficiales y, en particular, *Tinea pedis* mantienen alta frecuencia a nivel global y en distintos grupos poblacionales [21,36,37]. En poblaciones expuestas a humedad persistente y contacto con superficies contaminadas (p. ej., deportistas), se han documentado escenarios de riesgo que favorecen la transmisión y recurrencia [21,36,37]. Asimismo, en pacientes con comorbilidades (p. ej., diabetes) se reporta una carga relevante de *Tinea pedis*, lo que incrementa el interés por estrategias de manejo eficaces y accesibles [21,36,37]. En paralelo, aunque existen terapias tópicas y sistémicas efectivas, la evidencia muestra variabilidad en esquemas, duración y adherencia, y se reconoce el uso amplio de antifúngicos en atención primaria, lo que refuerza la necesidad de opciones complementarias evaluadas con rigor [21,36,37].

En relación con el comparador farmacológico, la lectura correcta es que el extracto y el clotrimazol mostraron un resultado cualitativamente coincidente dentro del esquema aplicado (ausencia/presencia de crecimiento visible y nivel ordinal), sin que ello implique equivalencia de potencia o sustitución terapéutica. Esta precisión es clave para mantener coherencia metodológica y evitar conclusiones de mayor alcance que las permitidas por la técnica [21,36,37].

La principal limitación de la investigación fue que, si bien la lectura se basó en observación visual/escala ordinal (con o sin registro de halo), el resultado respalda inhibición del crecimiento observable, pero no confirma fungicidia ni irreversibilidad sin pruebas de viabilidad (p. ej., subcultivo) o determinaciones cuantitativas estandarizadas (MIC/MFC). Para robustecer la evidencia, se recomienda: (i) cuantificar halos sistemáticamente (mm) cuando corresponda; (ii) aplicar microdilución bajo condiciones validadas y comparables (EUCAST/ensayos de microdilución) y paneles de referencia para contextualizar potencia; (iii) incluir mayor diversidad de aislamientos clínicos; y (iv) caracterizar químicamente el extracto para asociar metabolitos con el efecto observado [21,36,37]. Adicionalmente, considerando tendencias recientes de aumento de casos y desafíos de manejo en algunos contextos, es pertinente incorporar vigilancia y evaluación de respuesta terapéutica con marcos comparables [21,36,37].

5. CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el extracto hidroalcohólico de las flores de *Tropaeolum majus L.* mostró actividad inhibitoria in vitro frente a *T. rubrum, T. mentagrophytes y E. floccosum*, evidenciada como ausencia de crecimiento micótico visible en el área de evaluación bajo las condiciones del ensayo. En consecuencia, el estudio demuestra un efecto inhibitorio sobre dermatofitos de relevancia clínica asociados a *Tinea pedis.*

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

No se identificaron diferencias apreciables en el patrón de inhibición entre los extractos preparados con distintas concentraciones de etanol. Este comportamiento sugiere que, dentro del rango evaluado, los compuestos responsables de la actividad inhibitoria se encuentran disponibles de manera efectiva en todas las preparaciones, sin evidenciar ventajas atribuibles a una graduación alcohólica específica.

Los resultados obtenidos sustentan inhibición del crecimiento micótico observable; sin embargo, de acuerdo con el alcance de la evaluación aplicada, no permiten afirmar fungicidia, irreversibilidad del efecto ni equivalencia terapéutica, ya que estos aspectos requieren verificación mediante pruebas de viabilidad celular y cuantificación estandarizada (MIC/MFC). Por lo tanto, las conclusiones se circunscriben al nivel de evidencia generado por el ensayo realizado.

Finalmente, los hallazgos posicionan a *Tropaeolum majus L*. como un candidato fitoterapéutico prometedor para investigación aplicada en micosis superficiales. Estudios futuros orientados a la caracterización de metabolitos activos, la cuantificación de la potencia antifúngica y la evaluación en modelos biológicos más complejos permitirán definir con mayor precisión su potencial aplicación clínica.

Conflicto de intereses / Competing interests:

El autor declara que el presente proyecto no representa ningún conflicto de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

No aplica.

Aspectos éticos/legales:

El autor declara no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

Fuentes de financiamiento / Funding:

El autor declara que no recibieron financiamiento específico de agencias públicas, privadas ni de organizaciones sin fines de lucro para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

[1] Ward H, Parkes N, Smith C, Kluzek S, Pearson R. Consensus for the treatment of Tinea pedis: A systematic review of randomised controlled trials. J Fungi 2022;8:351. https://doi.org/10.3390/jof8040351.

[2] Tausch I, Decroix J, Gwiezdzinski Z, Urbanowski S, Baran E, Ziarkiewicz M, Levy G, Del Palacio A. Short-term itraconazole versus terbinafine in the treatment of Tinea pedis or Tinea manus. Int J Dermatol. 1998;37(2):140–142. https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.1998.00402.x

[3] Thomas B, Falk J, Anderson GM. Topical management of tinea pedis. Can Fam Physician. 2021;67(1):30–34. https://doi.org/10.46747/cfp.670130

[4] Aly R, Fisher G, Katz HI, Levine N, Lookingbill DP, Lowe N, et al. Ciclopirox gel in the treatment of patients with interdigital tinea pedis. Int J Dermatol 2003;42:29–35. https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.42.s1.6.x.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

[5] Turkistani OA, Aljalfan AA, Albaqami MM, Bahayan AM. Epidemiology, evaluation and management of tinea pedis. Int J Community Med Public Health 2022;9:332–6. https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20214832.

[6] Sepahvand A, Behzadifar M, Raiesi O, Yarahmadi M. Prevalence of tinea pedis in military personnel: a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health 2025;25:3116. https://doi.org/10.1186/s12889-025-24308-5.

[7] Seebacher C, JP B, Mignon B. Updates on the epidemiology of dermatophyte infections. Mycopathologia 2008;166:335–52. https://doi.org/10.1007/s11046-008-9100-9.

[8] Quiles I, García J. Antifúngicos de uso sistémico. Rev Iberoam Micol 2021;38:42–6. https://doi.org/10.1016/j.riam.2021.03.001.

[9] De Keyser P, De Backer M, Massart DL, Westelinck KJ. Two-week oral treatment of Tinea pedis, comparing terbinafine (250 mg/day) with itraconazole (100 mg/day): a double-blind, multicentre study. Br J Dermatol. 1994;130(1):22–25. https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1994.tb06089.x

[10] Biasi-Garbin RP, Demitto FO, Amaral RCR, Ferreira MRA, Soares LAL, Svidzinski TIE, Baeza LC, Yamada-Ogatta SF. Antifungal potential of plant species from Brazilian caatinga against dermatophytes. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2016;58:18. https://doi.org/10.1590/S1678-9946201658018

[11] Havlickova B, Czaika VA, Friedrich M. Epidemiological trends in skin mycoses worldwide. Mycoses. 2008;51(Suppl 4):2–15. https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2008.01606.x

[12] Ward H, Parkes N, Smith C, Kluzek S, Pearson R. Consensus for the treatment of Tinea pedis: a systematic review of randomised controlled trials. J Fungi. 2022;8(4):351. https://doi.org/10.3390/jof8040351

[13] Ali-Shtayeh MS, Abu Ghdeib SI. Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. Mycoses. 1999;42(11–12):665–672. https://doi.org/10.1046/j.1439-0507.1999.00499.x

[14] Busquets-Carballo D, Galdós-Sánchez M, Fuente-Fernández N, al. et. Evaluación in vitro de la actividad antifúngica de extractos fluidos de Dichrostachys cinerea frente a Candida albicans. Arch Med Camaguey 2024;28. https://doi.org/10.57040/amc.2024.28.12.

[15] Du L, Liu L, Zou S, Kou E, Wang B, Zhao H, et al. Interdigital antifungal socks for prevention and treatment of tinea pedis. J Infect Public Health 2024;17:102455. https://doi.org/10.1016/j.jiph.2024.05.043.

[16] Aveiga I, Maldonado B. Prevalencia de micosis superficial en pacientes con lesiones sugestivas de dermatofitosis. Revista Minerva de Investigación Científica 2020;1:15–22. https://doi.org/10.5281/zenodo.8377954.

[17] Arendrup MC, Kahlmeter G, Guinea J, Meletiadis J. How to perform antifungal susceptibility testing of microconidia-forming dermatophytes following the EUCAST method E.Def 11.0. Clin Microbiol Infect. 2021;27(1):55–60. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.08.042

[18] Leung AKC, Barankin B, Lam JM, Hon KL. Tinea pedis: an updated review. Drugs Context 2023;12:2021–3. https://doi.org/10.7573/dic.2023-5-1.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

[19] Aguilera B, Valcárcel R, Carauche S, Reyes F. Prevalencia y factores relacionados a onicomicosis y tinea pedis en futbolistas de Casanare, Colombia. Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica 2021;19:327–32. https://doi.org/10.35366/103247.

[20] Tertipi N, Sfyri E, Kefala V, Rallis E. Fungal skin infections in beach volleyball athletes in Greece. Hygiene 2024;4:458–68. https://doi.org/10.3390/hygiene4040034.

[21] Favre B, Hofbauer B, Hildering K, NS R. Comparison of in vitro activities of 17 antifungal drugs against a panel of 20 dermatophytes by using a microdilution assay. J Clin Microbiol 2003;41:4817–9. https://doi.org/10.1128/JCM.41.10.4817-4819.2003.

[22] Rotta I, Ziegelmann PK, Otuki MF. Efficacy of topical antifungals in the treatment of dermatophytosis: a mixed-treatment comparison meta-analysis. JAMA Dermatol 2013;149:341–9. https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2013.1721.

[23] Molina A. Aspectos clínicos, diagnósticos y terapéuticos de las dermatofitosis. Enferm Infecc Microbiol Clin 2011;29:33–9. https://doi.org/10.1016/j.eimc.2010.10.002.

[24] Aguirre-Vega R, Alvarado-Castillo G, Ramírez-Benítez M, al. et. Actividad antifúngica in vitro e in vivo de extractos de Azadirachta indica y Piper auritum contra Hemileia vastatrix. Rev Mex Fitopatol 2022;40:458–73. https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2203-4.

[25] Nenoff P, Krüger C, Ginter-Hanselmayer G, HJ T. Mycology—an update: dermatophytosis: epidemiology, clinical aspects and resistance. J Dtsch Dermatol Ges 2014;12:188–209. https://doi.org/10.1111/ddg.12271.

[26] Sinha SD, Rajamma A, Bandi MR, Sriramadasu SC, Sahu S, Kothiwala RK, Halder S, Sankerneni A, Panapakam M, Vemireddy VNR, Vattipalli R, Devireddy SR. Efficacy and safety of naftifine hydrochloride 2% gel in interdigital tinea pedis: a phase III randomised study. Clin Drug Investig. 2023;43:565–574. https://doi.org/10.1007/s40261-023-0128

[27] Galili E, Taieb A, Shemer A, al. et. Epidemiology and trends of cutaneous fungal infections (2019–2022) in Israel: A single tertiary-center study. J Fungi (Basel) 2025;11:320. https://doi.org/10.3390/jof11040320.

[28] Ameen M. Epidemiology of superficial fungal infections. Clin Dermatol. 2010;28(2):197–201. https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2009.12.005

[29] Reyes BA, Beutner KR, Cullen SI, Rosen T, Shupack JL, Weinstein MB. Butenafine, a fungicidal benzylamine derivative, used once daily for the treatment of interdigital tinea pedis. Br J Dermatol. 2002;146(Suppl 65):19–24. https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.1998.00245.x

[30] Alhammadi NA, Al-Jallal M, Al-Kaabi HA, Malibari WM. Prevalence and associated factors of tinea pedis in diabetic patients. Cureus 2023;15:e51210. https://doi.org/10.7759/cureus.51210.

[31] Berman B, Ellis C, Leyden J, Lowe N, Savin R, Shupack J, et al. Efficacy of a 1-week, twice-daily regimen of terbinafine 1% cream in the treatment of interdigital tinea pedis. J Am Acad Dermatol 1992;26:956–60. https://doi.org/10.1016/0190-9622(92)70141-2.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

[32] Fernández-Torres B, Cabañes FJ, Carrillo-Muñoz AJ, Esteban A, Inza I, Abarca L, et al. Collaborative evaluation of optimal antifungal susceptibility testing conditions for dermatophytes. J Clin Microbiol 2002;40:3999–4003. https://doi.org/10.1128/JCM.40.11.3999-4003.2002.

[33] Guzmán-Pérez V, Bumke-Vogt C, Schreiner M, Mewis I, Borchert A, Pfeiffer AFH. Benzylglucosinolate derived isothiocyanate from Tropaeolum majus reduces gluconeogenic gene and protein expression in human cells. PLoS One 2016;11:e0162397–e0162397. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162397.

[34] Santos DA, Hamdan JS. Evaluation of broth microdilution antifungal susceptibility testing conditions for Trichophyton rubrum. J Clin Microbiol. 2005;43(4):1917–1920. https://doi.org/10.1128/JCM.43.4.1917-1920.2005.

[35] Ilkit M, Durdu M. Tinea pedis: the etiology and global epidemiology of a common fungal infection. Crit Rev Microbiol. 2015;41(3):374–388. https://doi.org/10.3109/1040841X.2013.856853

[36] Da Silva Barros ME, de Assis Santos D, Hamdan JS. Evaluation of susceptibility of Trichophyton mentagrophytes and Trichophyton rubrum clinical isolates to antifungal drugs using a modified CLSI microdilution method (M38-A). J Med Microbiol. 2007;56(Pt 4):514–518. https://doi.org/10.1099/jmm.0.46542-0.

[37] Foster KW, Ghannoum MA, Elewski BE. Epidemiologic surveillance of cutaneous fungal infection in the United States from 1999 to 2002. J Am Acad Dermatol. 2004;50(5):748–752. https://doi.org/10.1016/S0190-9622(03)02117-0.

[38] Hernández-Sampieri R, Mendoza Torres CP. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education; 2018.

[39] Montgomery DC. Design and Analysis of Experiments. 10th ed. John Wiley & Sons; 2019.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.