



Actividad antifúngica de extractos y compuestos bioactivos de la familia Fabaceae sobre dermatofitos: una revisión




Antifungal activity of extracts and bioactive compounds from the Fabaceae family against dermatophytes: a review

André Jhadir Layza-Vega^{1*}, Guillermo Juan Cox-Trigoso², Juan Héctor Wilson-Krugg²

¹Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

²Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

André Jhadir Layza-Vega
Guillermo Juan Cox-Trigoso
Juan Héctor Wilson-Krugg

 <https://orcid.org/0009-0004-2251-1861>
 <https://orcid.org/0000-0002-9793-3311>
 <https://orcid.org/0000-0003-1695-3001>

Artículo Original

Recibido: 12 de febrero de 2025

Aceptado: 30 de mayo de 2025

Resumen

Las dermatofitosis son micosis superficiales de alta prevalencia cuya creciente resistencia a antifúngicos convencionales ha incentivado la exploración de alternativas terapéuticas basadas en productos naturales. Esta revisión sintetiza la evidencia publicada entre 2019 y 2025 sobre la actividad antifúngica de extractos y compuestos bioactivos de la familia Fabaceae frente a dermatofitos clínicamente relevantes. Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos internacionales, considerando exclusivamente artículos de acceso abierto en inglés o español. Se incluyeron veinte estudios, de los cuales diez abordaron especies de Fabaceae, destacando *Prosopis farcta*, *Daniellia oliveri*, *Cassia* spp., *Lupinus* spp. y *Calpurnia aurea*, con inhibición significativa incluso frente a cepas resistentes a terbinafina. Esta actividad se atribuyó principalmente a alcaloides quinolizidínicos, flavonoides y antraquinonas. Los estudios comparativos evidenciaron sinergias con antifúngicos convencionales y el desarrollo de formulaciones innovadoras. En conjunto, los resultados posicionan a Fabaceae como una fuente promisoría de agentes antifúngicos, aunque se requieren estudios traslacionales y ensayos clínicos para validar su potencial terapéutico.

Palabras clave: Fabaceae; *Lupinus*; dermatofitos; resistencia antifúngica; alcaloides quinolizidínicos; flavonoides.

Abstract

Dermatophytoses are highly prevalent superficial mycoses whose increasing resistance to conventional antifungal agents has intensified the search for alternative therapies derived from natural products. This review synthesizes evidence published between 2019 and 2025 on the antifungal activity of extracts and bioactive compounds from the Fabaceae family against clinically relevant dermatophytes. A systematic search was conducted in international databases, including only open-access articles published in English or Spanish. Twenty studies were selected, ten of which focused on Fabaceae species, notably *Prosopis farcta*, *Daniellia oliveri*, *Cassia* spp., *Lupinus* spp., and *Calpurnia aurea*, demonstrating significant inhibitory effects, even against terbinafine-resistant strains. Antifungal activity was mainly attributed to quinolizidine alkaloids, flavonoids, and anthraquinones. Comparative studies reported synergistic interactions with conventional antifungals and the development of innovative formulations. Overall, the findings highlight Fabaceae as a promising source of antifungal agents, although further translational research and clinical trials are required to confirm their therapeutic potential.

Keywords: Fabaceae; *Lupinus*; dermatophytes; antifungal resistance; quinolizidine alkaloids; flavonoids.

*Autor para correspondencia: e-mail: alayza@unitru.edu.pe

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2025.45.01.10>

Citar como:

Layza-Vega, A. J., Cox-Trigoso, G. J., & Wilson-Krugg, J. H. (2025). Actividad antifúngica de extractos y compuestos bioactivos de la familia Fabaceae sobre dermatofitos: Una revisión. *REBIOL*, 45(1), 85–92.



1. Introducción

Las infecciones superficiales causadas por dermatofitos constituyen una de las micosis más prevalentes a nivel mundial, con una incidencia estimada de aproximadamente mil millones de casos anuales. Estas infecciones afectan principalmente piel, uñas y cabello, generando cuadros crónicos y recurrentes que deterioran de manera significativa la calidad de vida de los pacientes y producen un impacto sustancial en los sistemas de salud y en la economía global. Su elevada transmisibilidad, junto con la persistencia de las lesiones y la alta tasa de recaídas, posiciona a las dermatofitosis como un problema de salud pública continuo, presente tanto en regiones endémicas como en áreas urbanas altamente desarrolladas (Kruithoff, 2023).

El tratamiento de estas infecciones se basa fundamentalmente en antifúngicos convencionales, entre los que destacan los azoles (fluconazol, itraconazol) y las alilaminas (terbinafina, naftifina). No obstante, la eficacia terapéutica de estos fármacos se ha visto progresivamente comprometida por la emergencia de cepas resistentes. Entre los mecanismos de resistencia más documentados se encuentran mutaciones puntuales en el gen que codifica la escualeno epoxidasa (SQLE), principal blanco molecular de la terbinafina, las cuales confieren resistencia intrínseca a este antifúngico. Asimismo, se ha descrito la sobreexpresión de bombas de eflujo pertenecientes a las familias ABC y MFS, capaces de reducir la concentración intracelular de los fármacos. Otros factores relevantes incluyen la formación de biofilms multicelulares, que limitan la penetración del medicamento, y la secreción de enzimas hidrolíticas, como queratinasas y lipasas, que facilitan la colonización del hospedero y disminuyen la eficacia terapéutica (Sacheli & Hayette, 2021). La reciente identificación y diseminación global de *Trichophyton indotineae*, una especie multirresistente reportada en Asia, Europa y América, subraya la urgencia de desarrollar alternativas terapéuticas innovadoras (Sonego et al., 2024).

En este contexto, la investigación de productos naturales ha cobrado renovado interés como fuente de nuevos agentes antifúngicos. Diversos estudios han demostrado que los extractos vegetales y sus metabolitos secundarios exhiben actividad antifúngica en modelos in vitro e in vivo, a través de mecanismos de acción múltiples, tales como la alteración de la permeabilidad de la membrana celular, la inhibición de enzimas fúngicas esenciales y la inducción de estrés oxidativo en las células micóticas (Mei et al., 2022; Poddar et al., 2023). La fitoterapia, además de sustentarse en una extensa tradición etnomédica, se ve fortalecida por la creciente validación científica y por su potencial para el descubrimiento de moléculas líderes en el desarrollo de fármacos antifúngicos de nueva generación.

Dentro de este marco, la familia Fabaceae destaca por su amplia distribución geográfica y por la notable diversidad estructural de sus metabolitos secundarios, entre los que se incluyen flavonoides, isoflavonas, saponinas y alcaloides quinolizidínicos, reconocidos por su actividad antimicrobiana. Diversas especies de Fabaceae han mostrado actividad antifúngica frente a dermatofitos clínicamente relevantes. *Prosopis farcta* ha demostrado inhibición significativa frente a cepas resistentes de *Trichophyton mentagrophytes* (Salimi-Sabour et al., 2022); *Daniellia oliveri* presentó efectos inhibitorios contra *Microsporum canis* y *Trichophyton rubrum* (Bakarrnga-Via et al., 2022); mientras que *Cassia occidentalis* exhibió actividad antifúngica atribuida a compuestos fenólicos y antraquinonas (Savarirajan, 2021).

De manera particular, el género *Lupinus* spp. emerge como una línea prioritaria de investigación en el ámbito antifúngico. Estudios recientes sobre sus alcaloides quinolizidínicos han evidenciado una elevada variabilidad estructural asociada a la actividad biológica, con resultados prometedores frente a hongos fitopatógenos y dermatofitos. En condiciones de invernadero, distintas especies de *Lupinus* presentaron perfiles químicos diferenciados que se correlacionaron con su capacidad inhibitoria, lo que refuerza su potencial como fuente de compuestos bioactivos con aplicaciones terapéuticas (Cely-Veloza et al., 2022).

En conjunto, la creciente resistencia a los antifúngicos convencionales, sumada a la evidencia acumulada sobre la eficacia antifúngica de especies de Fabaceae, justifica la necesidad de una revisión sistemática de los avances recientes en este campo. En este sentido, la presente revisión tiene como objetivo sintetizar la literatura publicada entre 2019 y 2025 sobre la actividad antifúngica de extractos y compuestos bioactivos de la familia Fabaceae frente a dermatofitos, analizando los mecanismos de acción propuestos y su potencial proyección clínica en el tratamiento de estas infecciones.

2. Materiales y Métodos

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de enfoque sistemático-descriptivo con el objetivo de recopilar y analizar la evidencia científica publicada entre enero de 2019 y agosto de 2025 sobre la actividad antifúngica de extractos y compuestos bioactivos de la familia Fabaceae frente a dermatofitos de importancia clínica. La estrategia de búsqueda se desarrolló en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO, DOAJ y Google Scholar, considerando exclusivamente artículos de acceso abierto publicados en inglés o español y disponibles en texto completo.

Se incluyeron estudios originales que evaluaron extractos acuosos, etanólicos o hidroetanólicos, fracciones o compuestos aislados obtenidos a partir de especies de Fabaceae, mediante ensayos *in vitro* o *in vivo* frente a dermatofitos pertenecientes a los géneros *Trichophyton*, *Microsporum* y *Epidermophyton floccosum*. Se excluyeron revisiones narrativas, estudios enfocados en hongos no dermatofíticos y publicaciones que carecieran de información metodológica suficiente para la evaluación crítica de los resultados.

Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron los artículos que conforman la base de la presente revisión. De cada estudio se extrajo información referente a la especie vegetal evaluada, parte utilizada, tipo de extracto o compuesto bioactivo, dermatofito ensayado, resultados de la actividad antifúngica y mecanismos de acción propuestos.

3. Resultados

En total se incluyeron 10 artículos publicados entre 2019 y 2025, que evaluaron la actividad antifúngica de especies de la familia *Fabaceae* frente a dermatofitos clínicamente relevantes. Los estudios abarcaron distintos géneros como *Prosopis*, *Daniellia*, *Cassia* y *Lupinus*, empleando principalmente extractos hidroetanólicos, etanólicos o fracciones bioactivas, así como el aislamiento de metabolitos secundarios. La mayoría de los trabajos utilizaron ensayos *in vitro*, mientras que algunos complementaron con modelos *in vivo* en animales. Los dermatofitos más frecuentemente evaluados fueron *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton rubrum*, *Microsporum canis* y *Microsporum gypseum*.

Los artículos revisados evidencian que la familia *Fabaceae* constituye una fuente importante de compuestos bioactivos con capacidad antifúngica frente a dermatofitos. Dentro de los estudios experimentales, destacan los realizados con *Prosopis farcta*, que mostró una inhibición significativa de *Trichophyton mentagrophytes* resistente a terbinafina, tanto en modelos *in vitro* como *in vivo*, con concentraciones inhibitorias mínimas muy bajas, lo que resalta su potencial terapéutico (Salimi-Sabour et al., 2022; Sepahvand et al., 2022).

En África, *Daniellia oliveri* exhibió una potente actividad antidermatofítica, inhibiendo cepas clínicas de *T. rubrum* y *M. canis*, lo que valida su uso tradicional en medicina popular (Bakarrnga-Via et al., 2022). De igual modo, *Cassia occidentalis* y *Cassia alata* han sido reportadas como fuentes de flavonoides y antraquinonas con efecto fungicida, atribuido a la capacidad de estos compuestos de alterar la membrana celular fúngica e inhibir enzimas críticas en el metabolismo del hongo (Savarirajan, 2021; Saptarini, 2024).

Particular atención merece el género *Lupinus*, en el cual Cely-Veloza et al. (2022) describieron variaciones de alcaloides quinolizidínicos en ocho especies bajo condiciones de invernadero, correlacionando sus perfiles químicos con la actividad antifúngica observada. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que los metabolitos de *Lupinus* pueden constituir candidatos a antifúngicos novedosos, aunque aún se requieren estudios clínicos.

A nivel global, los estudios de Sonogo et al. (2024) y Yadav et al. (2024) refuerzan el contexto clínico: la emergencia de *T. indotineae* resistente a terbinafina y la creciente resistencia de *T. rubrum* en India confirman la urgencia de explorar alternativas terapéuticas. En paralelo, las revisiones de (Mei et al., 2022) y Poddar et al. (2023) subrayan el papel de las plantas medicinales, y en particular de *Fabaceae*, como una de las familias con mayor número de especies activas frente a dermatofitos.

En conjunto, los resultados muestran que *Fabaceae* no solo aporta especies con eficacia comprobada en

estudios experimentales, sino que también se posiciona como una familia botánica clave en la búsqueda de nuevas moléculas antifúngicas. No obstante, la mayoría de los trabajos se limita a ensayos in vitro, con escasas validaciones in vivo, lo que evidencia la necesidad de estudios traslacionales y ensayos clínicos que confirmen su aplicabilidad en la práctica médica.

Tabla 1

Estudios de Fabaceae con actividad antifúngica frente a dermatofitos (2019–2025)

Planta / especie (Fabaceae)	Parte utilizada	Extracto / compuesto	Dermatofito evaluado	Actividad antifúngica reportada	Referencia
<i>Prosopis farcta</i>	Hojas y frutos	Extracto etanólico	<i>T. mentagrophytes</i> resistente a terbinafina	MIC = 0,00625 mg/mL; inhibición significativa in vitro e in vivo	Salimi-Sabour et al., 2022
<i>Daniellia oliveri</i>	Corteza	Extracto etanólico	<i>T. rubrum</i> , <i>M. canis</i> , <i>T. schoenleinii</i>	MIC entre 0,75–1,5 mg/mL; fuerte inhibición in vitro	Bakarrnga-Via et al., 2022
<i>Cassia occidentalis</i>	Semillas y hojas	Extracto hidroalcohólico	<i>M. gypseum</i> , <i>T. mentagrophytes</i>	Actividad significativa atribuida a antraquinonas y flavonoides	Savarirajan, 2021
<i>Cassia alata</i> (sin.)	Hojas	Extracto de acetato de etilo / LC-MS/MS	<i>Malassezia furfur</i> (relevancia cutánea)	Flavonoides (quercetina, kaempferol) con inhibición enzimática	Saptarini, 2024
<i>Lupinus spp.</i> (8 especies)	Hojas y semillas	Variaciones de alcaloides quinolizidínicos	Dermatofitos y hongos fitopatógenos	Diferencias en perfil químico correlacionadas con actividad antifúngica	Cely-Veloza et al., 2022
<i>Prosopis farcta</i> (etnobot.)	Raíz	Fracciones alcaloídicas	<i>T. mentagrophytes</i>	Inhibición significativa; validación de uso tradicional	Badiee et al., 2022
<i>Calpurnia aurea</i>	Hojas	Extracto acuoso	<i>T. rubrum</i> , <i>M. canis</i>	Inhibición in vitro; MIC moderadas	Wanga & Alemu, 2020

4. Discusión

Las Las dermatofitosis se mantienen como las micosis superficiales más prevalentes a nivel mundial, con un impacto sanitario, social y económico considerable (Kruithoff, 2023). La eficacia de los tratamientos convencionales, basados principalmente en azoles y alilaminas, se ha visto progresivamente limitada por la emergencia de cepas resistentes, particularmente frente a la terbinafina (Sacheli & Hayette, 2021). La identificación de *Trichophyton indotineae* como un agente emergente multirresistente con rápida diseminación en Asia, Europa y América ilustra la magnitud del problema y refuerza la necesidad de explorar alternativas terapéuticas innovadoras (Sonogo et al., 2024). A ello se suma la creciente evidencia de resistencia en *T. rubrum* y *T. mentagrophytes* en regiones como India, asociada a mutaciones puntuales en el gen de la escualeno epoxidasa (SQLE), que comprometen el principal blanco molecular de la terbinafina (Nojo et al., 2023; Yadav et al., 2024).

En este escenario, los resultados derivados de especies de la familia Fabaceae adquieren especial relevancia. *Prosopis farcta* ha mostrado una inhibición significativa de cepas resistentes de *T. mentagrophytes*, tanto en condiciones in vitro como en modelos in vivo, con valores bajos de concentración inhibitoria mínima que respaldan su potencial farmacológico (Salimi-Sabour et al., 2022; Sepahvand et al., 2022). De manera concordante, *Daniellia oliveri* presentó actividad frente a *T. rubrum* y *Microsporum canis*, lo que no solo valida su uso tradicional en la medicina africana, sino que también abre perspectivas para su eventual aplicación clínica (Bakarrnga-Via et al., 2022).

Las especies del género *Cassia* constituyen otro grupo relevante dentro de Fabaceae. En *Cassia occidentalis*, la actividad antifúngica se ha atribuido principalmente a la presencia de antraquinonas y flavonoides, compuestos

capaces de alterar la integridad de la membrana fúngica (Savarirajan, 2021). De forma similar, *Cassia alata* exhibió efectos inhibitorios asociados a flavonoides como quercetina y kaempferol, los cuales interfieren con la biosíntesis de ergosterol y reducen la viabilidad celular de los dermatofitos (Saptarini, 2024). Estos hallazgos refuerzan el papel central de los metabolitos fenólicos como responsables de la actividad antidermatofítica observada en este género.

Un caso particularmente destacado es el género *Lupinus*, en el cual se ha demostrado que los alcaloides quinolizidínicos presentan una notable variabilidad estructural que se correlaciona con diferencias en la actividad antifúngica. Estudios realizados en ocho especies cultivadas bajo condiciones de invernadero evidenciaron que la diversidad fitoquímica de los perfiles de alcaloides se asocia directamente con la eficacia inhibitoria frente a hongos, posicionando a *Lupinus* spp. como un modelo emergente de alto interés en la micología médica (Cely-Veloza et al., 2022).

Desde una perspectiva comparativa, la actividad antifúngica de Fabaceae resulta equiparable a la reportada para otros compuestos naturales. El eugenol, por ejemplo, ha demostrado inhibir el crecimiento de *T. rubrum* mediante la reducción del contenido de ergosterol y la supresión de la actividad de queratinasas (Aliabasi et al., 2023), mientras que el faltarindiol presentó una sinergia significativa con itraconazol, reduciendo hasta ocho veces las concentraciones inhibitorias mínimas frente a dermatofitos (Kan et al., 2023). Asimismo, aceites esenciales de especies de Apiaceae han mostrado potenciar el efecto de la terbinafina (Trifan et al., 2021). En este contexto, Fabaceae ofrece una ventaja estratégica vinculada a la amplia diversidad química de sus metabolitos, lo que incrementa la probabilidad de ejercer múltiples mecanismos de acción simultáneos frente a dermatofitos resistentes.

En términos de innovación farmacéutica, el uso de sistemas avanzados de liberación, como los nanohidrogeles cargados con extractos vegetales, ha demostrado mejorar la penetración cutánea y potenciar la eficacia antifúngica. La eventual aplicación de estas tecnologías a compuestos de Fabaceae, como los alcaloides de *Lupinus* o los flavonoides de *Cassia*, podría ampliar su aplicabilidad clínica y permitir la reducción de las dosis terapéuticas requeridas (Kaur et al., 2021).

No obstante, la evidencia disponible presenta limitaciones importantes. La mayoría de los estudios sobre Fabaceae se han restringido a ensayos in vitro, con escasos modelos in vivo y ausencia de ensayos clínicos en humanos (Salimi-Sabour et al., 2022; Bakarrnga-Via et al., 2022). Además, la heterogeneidad metodológica en los procesos de extracción, caracterización química y evaluación de la actividad antifúngica dificulta la comparación directa entre estudios y limita la estandarización de los resultados (Savarirajan, 2021). A diferencia de otros compuestos naturales, son aún escasos los trabajos que comparan directamente extractos de Fabaceae con antifúngicos convencionales, lo que representa un vacío en la validación farmacológica (Aliabasi et al., 2023; Kan et al., 2023).

En adelante, resulta imprescindible desarrollar estudios in vivo de mayor alcance, así como ensayos clínicos que permitan confirmar la eficacia y seguridad de estos extractos en humanos. Asimismo, se debe profundizar en la evaluación de sinergias entre compuestos de Fabaceae y antifúngicos convencionales, siguiendo el enfoque aplicado con éxito en otros metabolitos naturales (Kan et al., 2023; Trifan et al., 2021). Finalmente, la integración de sistemas de liberación controlada podría optimizar la biodisponibilidad de los metabolitos bioactivos de Fabaceae y acelerar su transición hacia aplicaciones clínicas (Kaur et al., 2021). En este marco, el género *Lupinus* se perfila como una prioridad estratégica, dada la relación consistente entre la diversidad estructural de

sus alcaloides quinolizidínicos y su eficacia antifúngica (Cely-Veloza et al., 2022).

En síntesis, las especies de Fabaceae evaluadas exhiben una actividad antifúngica prometedora frente a dermatofitos clínicamente relevantes, comparable a la de otros compuestos naturales y con un potencial aún poco explorado desde el punto de vista tecnológico y clínico. El avance hacia enfoques de investigación más integrados y traslacionales será determinante para establecer si estos hallazgos pueden traducirse en nuevas opciones terapéuticas frente a la creciente resistencia antifúngica.

5. Conclusiones

La evidencia analizada confirma que diversas especies de la familia Fabaceae, particularmente *Prosopis farcta*, *Daniellia oliveri*, *Cassia* spp. y *Lupinus* spp., presentan una actividad antifúngica relevante frente a dermatofitos de importancia clínica, atribuible principalmente a la acción de alcaloides quinolizidínicos, flavonoides y antraquinonas. Los resultados obtenidos en estudios in vitro y en modelos in vivo respaldan el potencial de estos metabolitos como candidatos para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas frente a cepas resistentes a antifúngicos convencionales. No obstante, la limitada disponibilidad de ensayos clínicos, la escasa evaluación de sinergias con fármacos de uso estándar y la heterogeneidad metodológica observada constituyen barreras para su aplicación clínica inmediata. En este contexto, resulta prioritario impulsar investigaciones traslacionales que integren estudios fitoquímicos, farmacológicos y el desarrollo de sistemas innovadores de liberación, con el fin de consolidar a Fabaceae como una alternativa terapéutica viable frente a las dermatofitosis resistentes.

6. Contribución de los autores

AJLV: Concepción y diseño del estudio, obtención de datos, análisis e interpretación de los datos, redacción del borrador del artículo y aprobación definitiva de la versión que se presenta.

GJCT: Concepción del estudio, interpretación de resultados, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación definitiva de la versión que se presenta.

7. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

8. Referencias Bibliográficas

- Aliabasi, S., Shams-Ghahfarokhi, M., & Razzaghi-Abyaneh, M. (2023). Eugenol effectively inhibits *Trichophyton rubrum* growth via affecting ergosterol synthesis, keratinase activity, and *SUB3* gene expression. *Journal of Herbal Medicine*, 42, 100768. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2023.100768>
- Badiee, P., Shokohi, T., Hashemi, J., Mohammadi, R., Najafzadeh, M. J., Amin Shahidi, M., Ghasemi, F., & Jafarian, H. (2023). Comparison of in vitro activities of newer triazoles and classic antifungal agents against dermatophyte species isolated from Iranian university hospitals: A multicenter study. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 22, Article 15. <https://doi.org/10.1186/s12941-023-00564-4>
- Bakarrnga-Via, I., Payang Yanka, P., Djekota, C., et al. (2022). Antidermatophyte activity of ethanolic extracts of *Daniellia oliveri* (Fabaceae) and *Parinari curatellifolia* (Chrysobalanaceae) in Chad. *GSC Advanced Research and Reviews*, 13(2), 170–179. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2022.13.2.0299>
- Cely-Veloza, W., Quiroga, D., & Coy-Barrera, E. (2022). Quinolizidine-based variations and antifungal activity of eight *Lupinus* species grown under greenhouse conditions. *Molecules*, 27(1), Article 305. <https://doi.org/10.3390/molecules27010305>
- Kan, S., Tan, J., Cai, Q., An, L., Gao, Z., Yang, H., Liu, S., Na, R., & Yang, L. (2023). Synergistic activity of the combination of falcariindiol and itraconazole in vitro against dermatophytes. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13, Article 1128000. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1128000>
- Kaur, N., Bains, A., Kaushik, R., Dhull, S. B., Melinda, F., & Chawla, P. (2021). A review on antifungal efficiency of plant extracts entrenched polysaccharide-based nanohydrogels. *Nutrients*, 13(6), Article 2055. <https://doi.org/10.3390/nu13062055>
- Kruithoff, C., Gamal, A., McCormick, T. S., & Ghannoum, M. A. (2024). Dermatophyte infections worldwide: Increase in incidence and associated antifungal resistance. *Life*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/life14010001>
- Mei, A., Ricciardo, B., Raby, E., & Kumarasinhe, S. P. (2022). Plant-based therapies for dermatophyte infections. *Tasman*

- Nojo, H., Hiruma, J., Noguchi, H., Shimizu, T., Hiruma, M., Harada, K., Makimura, K., & Kano, R. (2025). Terbinafine-resistant dermatophytes isolated in Japan: Investigation of isolates collected in 2020, 2022, and 2023. *Medical Mycology Journal*, 66(1), 11–15. <https://doi.org/10.3314/mmj.24-00020>
- Poddar, S., Das, A., Hay, R. J., & Wollina, U. (2023). Newer therapies in dermatophytosis. *Indian Journal of Dermatology*, 68(5), 515–519. https://doi.org/10.4103/ijd.ijd_829_23
- Sacheli, R., & Hayette, M.-P. (2021). Antifungal resistance in dermatophytes: Genetic considerations, clinical presentations and alternative therapies. *Journal of Fungi*, 7(11), Article 983. <https://doi.org/10.3390/jof7110983>
- Salimi-Sabour, E., Fattahi, M., Rezaei, K., Lotfali, E., & Khademian, A. (2022). *Prosopis farcta*. Potent antifungal activity against *Trichophyton mentagrophytes* strains; A research based on an ethnobotanical study. *Iranian Journal of Medical Microbiology*, 16(2), 127–133. <https://doi.org/10.30699/ijmm.16.2.127>
- Saptarini, N. M., Mustarichie, R., Hasanuddin, S., & Corpuz, M. J.-A. T. (2024). *Cassia alata* L.: A study of antifungal activity against *Malassezia furfur*, identification of major compounds, and molecular docking to lanosterol 14- α demethylase. *Pharmaceuticals*, 17(3), Article 380. <https://doi.org/10.3390/ph17030380>
- Savarirajan, D., Ramesh, V. M., & Muthaiyan, A. (2021). In vitro antidermatophytic activity of bioactive compounds from selected medicinal plants. *Journal of Analytical Science and Technology*, 12, Article 53. <https://doi.org/10.1186/s40543-021-00304-3>
- Sepahvand, A., Eliahy, H., Mohammadi, M., Safarzadeh, A., Azarbaijani, K., Shahsavari, S., Alizadeh, M., & Beyranvand, F. (2018). A review of the most effective medicinal plants for dermatophytosis in traditional medicine. *Biomedical Research and Therapy*, 5(6), 2378–2388. <https://doi.org/10.15419/bmrat.v5i6.450>
- Sonego, B., Corio, A., Mazzeletti, V., Zerbato, V., Benini, A., Di Meo, N., Zalaudek, I., Stinco, G., Errichetti, E., & Zelin, E. (2024). *Trichophyton indotineae*, an emerging drug-resistant dermatophyte: A review of the treatment options. *Journal of Clinical Medicine*, 13(12), Article 3558. <https://doi.org/10.3390/jcm13123558>

- Trifan, A., Luca, S. V., Bostănaru, A.-C., Brebu, M., Jităreanu, A., Cristina, R.-T., Skalicka-Woźniak, K., Granica, S., Czerwińska, M. E., Kruk, A., Greige-Gerges, H., Sieniawska, E., & Mareş, M. (2021). Apiaceae essential oils: Boosters of terbinafine activity against dermatophytes and potent anti-inflammatory effectors. *Plants*, *10*(11), Article 2378. <https://doi.org/10.3390/plants10112378>
- Wanga, L. A., Indieka, S., & Matasyoh, J. C. (2023). Antidermatophytic quinolizidine alkaloids from *Calpurnia aurea* subsp. *aurea* (Aiton) Benth. *Fitoterapia*, *169*, 105698. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105698>
- Yadav, S. P., Kumar, M., Seema, K., Kumar, A., Boipai, M., Kumar, P., & Sharma, A. K. (2024). Antifungal patterns of dermatophytes: A pathway to antifungal stewardship in Eastern India. *Cureus*, *16*(7), e64479. <https://doi.org/10.7759/cureus.64479>