

Actividad antifúngica in vitro del extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera* (L.) Burn (sábila) sobre *Trichophyton rubrum* ATCC 28188

In vitro antifungal activity of ethanolic extract of *Aloe vera* (L.) Burn (sábila) against *Trichophyton rubrum* ATCC 28188

Itala Fiorela Caro Bacilio¹, Carmen Roxana Ramos Quispe¹, Pablo Antonio La Serna La Rosa¹

1 Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Universidad María Auxiliadora. Lima, Perú.

Resumen

Se evaluó la actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico (al 50%, 75% y 100%) de acíbar de *Aloe vera* (L.) Burn contra *Trichophyton rubrum* ATCC 28188. Se usó el método de Kirby-Bauer en agar Sabouraud, midiendo los halos de inhibición a las 24, 48 y 72 horas. Se usó Kruskal-Wallis y pruebas *post hoc*. El extracto al 50% presentó diferencias significativas frente a fluconazol ($p=0,002$ a 24, 48 y 72 h) y frente al extracto al 100% desde las 24 h ($p=0,028$ a 24 h; $p=0,020$ a 48 y 72 h). Fluconazol mostró diferencias frente al agua destilada en todos los tiempos ($p=0,002$) y globalmente ($p<0,001$). Globalmente, el extracto al 50% difirió del 75% ($p=0,010$) y el extracto al 100% del agua destilada ($p<0,001$). El extracto etanólico de *Aloe vera* al 100% mostró actividad antifúngica significativa contra *Trichophyton rubrum*, aunque menor que fluconazol, sugiriendo potencial pendiente de mayor estudio.

Palabras clave: Trichophyton, Fluconazol, Aloe, Antifúngicos. (Fuente: DeCS BIREME).

Abstract

The *in vitro* antifungal activity of the ethanolic extract (50%, 75%, and 100%) of *Aloe vera* (L.) Burn acíbar was evaluated against *Trichophyton rubrum* ATCC 28188. The Kirby-Bauer method on Sabouraud agar was used, measuring inhibition zones at 24, 48, and 72 hours. Kruskal-Wallis and *post hoc* tests were applied. The 50% extract showed significant differences compared to fluconazole ($p=0.002$ at 24, 48, and 72 h) and to the 100% extract starting at 24 h ($p=0.028$ at 24 h; $p=0.020$ at 48 and 72 h). Fluconazole differed from distilled water at all times ($p=0.002$) and globally ($p<0.001$). Globally, the 50% extract differed from the 75% ($p=0.010$), and the 100% extract differed from distilled water ($p<0.001$). The 100% ethanolic extract of *Aloe vera* showed significant antifungal activity against *Trichophyton rubrum*, although less effective than fluconazole, suggesting potential that warrants further study.

Keywords: Trichophyton, Fluconazole, Aloe, Antifungals Agents. (Source: MeSH NLM).

Introducción

Las infecciones micóticas, especialmente las dermatofitosis, son un problema de salud pública persistente, particularmente en regiones tropicales y países en desarrollo, donde las condiciones climáticas y socioeconómicas favorecen su incidencia [1,2]. Estas afecciones, aunque generalmente superficiales, impactan de manera significativa la calidad de vida de los pacientes al afectar la piel, uñas y cabello, con prevalencias de hasta el 70 % en algunas regiones [2]. Entre los agentes etiológicos más comunes se encuentra *Trichophyton rubrum*, un hongo dermatofito responsable de infecciones crónicas y recurrentes en tejidos queratinizados, como uñas y piel, y cuyo tratamiento se ha vuelto más desafiante debido al incremento de resistencias antifúngicas [3,4].

ORIGINAL BREVE OB

DOI: [10.26722/rpmi.2024.v9n4.808](https://doi.org/10.26722/rpmi.2024.v9n4.808)

Información del artículo

Fecha de recibido

04 de octubre del 2024

Fecha de aprobado

11 de diciembre del 2024

Correspondencia

Pablo Antonio La Serna La Rosa
pablolasernalarosa@uma.edu.pe

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Contribuciones de autoría

IFCB: Conceptualización, investigación, curación de datos y redacción - borrador original. CRRQ: Curación de datos, análisis formal y redacción - borrador original. PALL: Supervisión, validación, metodología, adquisición de financiamiento y redacción - revisión y edición. Todos los autores aprobaron la versión final a publicar.

Financiamiento

Autofinanciado.

Citar como

Caro Bacilio IF, Ramos Quispe CR, La Serna La Rosa PA. Actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera* (L.) Burn (sábila) sobre *Trichophyton rubrum* ATCC 28188. *Rev Per Med Integr.* 2024;9(4):x-x. doi:[10.26722/rpmi.2024.v9n4.808](https://doi.org/10.26722/rpmi.2024.v9n4.808)

El uso desmedido y la automedicación con antifúngicos sintéticos han contribuido al desarrollo de cepas resistentes, exacerbando la necesidad de buscar alternativas terapéuticas más eficaces y con menos efectos adversos [4]. En este contexto, las plantas medicinales se presentan como una opción prometedora, ya que proporcionan metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas y antifúngicas comprobadas [5–7]. *Aloe vera* (L.) Burn, conocida como sábila, es una especie de amplia distribución que históricamente ha sido utilizada en la medicina tradicional para tratar diversas afecciones dermatológicas infecciosas, debido a su contenido de compuestos bioactivos como flavonoides, saponinas y taninos [8].

Diversos estudios internacionales han explorado la actividad antifúngica de extractos de *Aloe vera* frente a diferentes microorganismos, demostrando resultados variables según el método de extracción y las concentraciones empleadas [9–11]. En Perú, aunque se reconoce la biodiversidad y el uso tradicional de esta planta, los estudios científicos sobre su potencial antifúngico son limitados, particularmente en relación con *Trichophyton rubrum* [12,13]. La literatura disponible sugiere que el extracto etanólico de acíbar de sábila podría ser eficaz contra cepas específicas, pero se requiere mayor evidencia experimental que respalde su aplicación clínica y comparaciones con antifúngicos convencionales como el fluconazol [14].

Ante esta problemática, surge la necesidad de evaluar sistemáticamente el efecto del extracto etanólico de *Aloe vera* (L.) Burn sobre *T. rubrum* como una alternativa terapéutica potencial. Este estudio busca aportar conocimiento científico sobre el uso de recursos naturales en el tratamiento de infecciones micóticas, contribuyendo al desarrollo de opciones accesibles y de bajo costo para la población. El objetivo del estudio fue evaluar la actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera* (L.) Burn (sábila) sobre *Trichophyton rubrum* ATCC 28188.

Métodos

El estudio se realizó en el centro poblado Santa Catalina, ubicado en el distrito de Chichas, provincia de Condesuyos, región Arequipa, Perú, a una altitud de 1,927 msnm. Este lugar se caracteriza por su clima seco y templado, además de su biodiversidad y la utilización de recursos naturales en la medicina tradicional. Empero, los ensayos fueron ejecutados en el laboratorio de la escuela de Farmacéuticas y Bioquímica Universidad María Auxiliadora.

La variable independiente es el tratamiento recibido, que incluye cinco grupos: control negativo con discos impregnados con etanol al 96%, control positivo con

discos impregnados con Fluconazol (25 µg), y extracto etanólico de *Aloe vera* en concentraciones del 50%, 75% y 100%. La variable dependiente es la actividad antifúngica, medida a través del diámetro del halo de inhibición del crecimiento de *Trichophyton rubrum* en milímetros (mm), evaluado con los criterios establecidos para *Candida* frente a fluconazol (25 µg), adaptados de la norma M44-A del CLSI [15]: un halo de inhibición ≥ 19 mm se considera sensible, entre 15 y 18 mm sensible dependiente de la dosis, y ≤ 14 mm resistente. Dado que el método de difusión con disco no es el método de referencia (*gold standard*) para hongos filamentosos, no existen puntos de corte oficiales para dermatofitos. Por ello, estos valores se aplicaron de manera extrapolada, como lo han hecho otros estudios [16], y deben interpretarse con cautela debido a la falta de criterios específicos para este grupo de hongos. Para la recolección de datos se empleó una ficha específica donde se registraron los diámetros de los halos obtenidos, mientras que la medición precisa se realizó con un vernier digital. El método utilizado fue el de Kirby-Bauer, en el cual discos impregnados con los tratamientos se colocaron sobre un medio de cultivo sólido (Agar Sabouraud) previamente inoculado con *Trichophyton rubrum*, y tras la incubación a 37°C durante 24, 48 y 72 horas, se midieron los halos formados.

La planta objeto de investigación fue *Aloe vera* (L.) Burn (sábila), un arbusto perenne con hojas suculentas y dentadas de 40 a 50 cm de largo y 5 a 8 cm de ancho, agrupadas en una roseta basal de hasta 20 hojas. Las plantas fueron recolectadas de manera manual en el centro poblado Santa Catalina, distrito de Chichas, provincia de Condesuyos, región andina de Arequipa, a una altitud de 1927 msnm. Se incluyeron plantas sanas y de color verde. Se excluyeron plantas deterioradas o marchitas, plantas con signos de contaminación (colores diferentes, infestadas por hongos o en aparente deterioro microbiano).

Se recolectaron 10 kg de pencas provenientes de una chacra local. De este total, 3 kg fueron seleccionados en buen estado, de los cuales 1,5 kg se destinaron a la identificación taxonómica en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (constancia N° 186-2022), y 1,5 kg se emplearon para la obtención del extracto. Las hojas fueron lavadas con abundante agua y secadas a temperatura ambiente. Posteriormente, se cortaron para extraer el acíbar, obteniendo un líquido amarillento que sirvió como base para la preparación del extracto etanólico.

El extracto etanólico se preparó mediante maceración. En un recipiente de vidrio ámbar de 3 litros de capacidad, se colocaron 120 gramos de acíbar y se añadieron 1000 ml de etanol al 96%, asegurándose de cubrir

completamente la muestra (2 cm por encima). La mezcla se dejó en reposo durante siete días, con agitación periódica cada 12 horas. Al término del periodo de maceración, la solución fue filtrada con papel filtro Whatman N°3 durante 90 minutos. Finalmente, el filtrado se concentró en una estufa a 40 °C durante un día, obteniendo 6,9 gramos de extracto seco.

El rendimiento del proceso fue calculado mediante la fórmula siguiente: Porcentaje (%) de rendimiento = (peso del extracto seco / peso de la droga seca y molida) × 100. Sustituyendo valores: % de rendimiento = (6,9 g / 120 g) × 100 = 5,75%.

Respecto a la preparación de la muestra microbiológica, se utilizó la cepa *Trichophyton rubrum* ATCC 28188 adquirida del laboratorio Gen Lab del Perú. Se incluyeron colonias con características macroscópicas y microscópicas similares. Se excluyeron las que no tenían identificación ATCC o que estén contaminadas o con características atípicas.

La activación de las cepas se realizó según el protocolo de KWIK-STIK, liberando el líquido de hidratación y mezclándolo uniformemente. El hisopo se sumergió en el material hidratado y se transfirió a placas de Petri con medio de agar Sabouraud, donde se formaron rayas longitudinales para el aislamiento de colonias. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

El inóculo fue preparado utilizando tres tubos de ensayo con 3 ml de solución salina al 0.9% (NaCl). Se inocularon colonias de *Trichophyton rubrum* directamente en la solución y se homogenizaron en un vórtex, ajustando la turbidez a 0.5 en la escala McFarland (1.0 × 10⁸ UFC/ml).

El agar Sabouraud, empleado como medio de cultivo, se preparó disolviendo 15,6 g de polvo en 240 ml de agua destilada. La mezcla fue calentada en baño maría hasta homogenizarse y vertida en 12 placas de Petri estériles, con un volumen de 20 ml por placa. Posteriormente, se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 15 minutos y se dejó enfriar a 45-50 °C. Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 horas para control de esterilidad antes de su uso.

El ensayo para determinar la actividad antifúngica del extracto etanólico de *Aloe vera* se llevó a cabo mediante el método de Kirby-Bauer. Primeramente, se realizó la inoculación, para lo cual se sembró el inóculo en las placas de agar Sabouraud mediante un hisopo esterilizado, dispersando el inóculo en líneas horizontales para cubrir

toda la superficie. Las placas se dejaron reposar durante 15 minutos antes de añadir los discos impregnados.

Se utilizaron discos de papel filtro Whatman N°3 de 6 mm de diámetro, impregnados con diferentes concentraciones del extracto etanólico (50%, 75% y 100%). También se incluyeron discos de control negativo (etanol al 96%) y discos de control positivo (Fluconazol 25 µg), adquiridos comercialmente en un laboratorio comercial. Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, se midieron los halos de inhibición formados alrededor de los discos utilizando un vernier digital. Los resultados se registraron en fichas diseñadas específicamente para este propósito.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de Kruskal-Wallis y comparaciones post hoc con la prueba de Dunn para evaluar diferencias significativas en los diámetros de los halos de inhibición entre los grupos experimentales. El análisis se realizó utilizando el software Stata versión 17. Adicionalmente, se calculó el porcentaje de efecto inhibitorio relativo (PEIR) para cada concentración del extracto etanólico de *Aloe vera* con la fórmula PEIR = (diámetro del halo del extracto/diámetro del halo del control positivo)*100, tomando como referencia el diámetro del halo del control positivo (Fluconazol).

El estudio cumplió con las normativas de bioseguridad de la OMS para la recolección, manipulación y eliminación de muestras biológicas, siguiendo además las Normas Técnicas MINSA/DGSP de Ética en la Investigación y de bioseguridad en el laboratorio clínico. Se tomaron medidas para evitar contaminación microbológica, garantizar la seguridad del personal y la calidad del procedimiento. El estudio fue aprobado por la Universidad César Vallejo.

RESULTADOS

En cuanto al contenido de saponinas, se encontró una presencia moderada (++), respecto al pH, el extracto etanólico presentó un valor de 5,55 a una temperatura de 25 °C, lo que indica una naturaleza ligeramente ácida. En las pruebas de solubilidad, el extracto mostró alta solubilidad en etanol al 96 % (+++), seguido de etanol al 70 % (++), metanol (++), y agua destilada (+). En contraste, el extracto fue insoluble en cloruro de sodio al 0,9 %, acetona, cloroformo, acetato de etilo, éter de petróleo y n-hexano. En la Tabla 1 se evidencia la presencia abundante de flavonoides, compuestos fenólicos y saponinas, así como una moderada presencia de taninos, amino-

ácidos y cumarinas. También se detectó una leve presencia de alcaloides.

En la Tabla 2 se puede observar que, a las 24 horas, la mediana de los diámetros de los halos fue de 0 mm (RI: 0-0) para las concentraciones de 50% y agua destilada (ambas clasificadas como resistente), 4 mm (RI: 4-4) para 75% (resistente), 6 mm (RI: 5-6) para 100% (resistente), mientras que el Fluconazol mostró 16 mm (RI: 16-17), considerado sensible dependiente de la dosis. A las 48 horas, las medianas fueron de 0 mm (RI: 0-0) para 50% y agua destilada (resistente), 5 mm (RI: 4,5-5) para 75% (resistente), 10 mm (RI: 10-11) para 100% (resistente) y 22 mm (RI: 21-22) para el Fluconazol (sensible). Finalmente, a las 72 horas, las medianas fueron de 0 mm (RI: 0-0) para 50% y agua destilada (resistente), 6 mm (RI: 5,5-6) para 75% (resistente), 16 mm (RI: 15-16) para

100% (sensible-dependiente de la dosis) y 28 mm (RI: 27-28) para el Fluconazol (sensible).

En la Tabla 3 se puede observar que el análisis de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre los grupos en todos los tiempos evaluados, con un valor global de $p < 0,001$. En el análisis post hoc de Dunn, las comparaciones entre el extracto al 50% y fluconazol presentaron diferencias significativas a las 24, 48 y 72 horas ($p = 0,002$ en todos los casos), al igual que entre el extracto al 50% y el extracto al 100% a partir de las 24 horas ($p = 0,028$ a 24 horas; $p = 0,020$ a 48 y 72 horas). También se identificaron diferencias significativas entre fluconazol y agua destilada en todos los tiempos y en el análisis global ($p = 0,002$ a 24, 48 y 72 horas; $p < 0,001$ en el global). En el análisis global, se observaron diferencias significativas entre el extracto al 50% y el 75% ($p = 0,010$), y entre el extracto al 100% y agua destilada ($p < 0,001$).

Tabla 1. Resultados de la marcha fitoquímica del extracto etanólico del acíbar de *Aloe vera* (L.) Burn

Principio Activo	Nombre de la reacción	Resultado	Coloración o precipitado
Flavonoides	Reacción de Shinoda	+++	Rojo anaranjado
	Reacción con $Pb(CH_3COO)_2$	++	Solución turbia color amarillo
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico al 5%	+++	Verde negruzco
Taninos	Gelatina salada	++	Precipitado blanco
Aminoácidos	Reacción con Ninhidrina	++	Coloración violeta
Saponinas	Test afrosimétrico	+++	Espuma con permanencia
Cumarinas	Reacción con NaOH al 10%	++	Precipitado amarillo
Alcaloides	Reacción Dragendorff	+	Coloración naranja
	Reacción Mayer	+	Precipitado blanco
	Reacción Wagner	+	Coloración marrón

+++ : Muy abundante. ++ : Abundante. + : Moderado. +/- : Escaso. - : Ausencia.

Tabla 2. Lecturas de los diámetros de los halos de inhibición (mm) por concentración del extracto y tiempo

Tiempo	Concentración del extracto*				
	50%	75%	100%	Fluconazol	Agua destilada
24 horas (Lectura 1)	0	4	4	16	0
24 horas (Lectura 2)	0	4	6	16	0
24 horas (Lectura 3)	0	4	6	18	0
Mediana (RI) 24 horas	0 (0-0)	4 (4-4)	6 (5-6)	16 (16-17)	0 (0-0)
48 horas (Lectura 1)	0	4	10	20	0
48 horas (Lectura 2)	0	5	10	22	0
48 horas (Lectura 3)	0	5	12	22	0
Mediana (RI) 48 horas	0 (0-0)	5 (4,5-5)	10 (10-11)	22 (21-22)	0 (0-0)
72 horas (Lectura 1)	0	5	14	26	0
72 horas (Lectura 2)	0	6	16	28	0
72 horas (Lectura 3)	0	6	16	28	0
Mediana (RI) 72 horas	0 (0-0)	6 (5,5-6)	16 (15-16)	28 (27-28)	0 (0-0)
Mediana (RI) global	0 (0-0)	5 (4-5)	10 (6-14)	22 (18-26)	0 (0-0)

RI: Rango intercuartílico

* Extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera*

Tabla 3. Resumen de valores de *p* para la prueba de Kruskal–Wallis y post hoc de Dunn para la comparación entre los grupos

Tiempo	Análisis realizado	Comparación*	Valor de p
24 horas	Kruskal-Wallis	Entre todos los grupos	0,009
		50% vs. 75%	0,085
		50% vs. 100%	0,028
		50% vs. Fluconazol	0,002
		50% vs. Agua destilada	0,500
	Post hoc (Dunn)	75% vs. 100%	0,292
		75% vs. Fluconazol	0,066
		75% vs. Agua destilada	0,085
		100% vs. Fluconazol	0,169
		100% vs. Agua destilada	0,028
		Fluconazol vs. Agua destilada	0,002
48 horas	Kruskal-Wallis	Entre todos los grupos	0,008
		50% vs. 75%	0,109
		50% vs. 100%	0,020
		50% vs. Fluconazol	0,002
		50% vs. Agua destilada	0,500
	Post hoc (Dunn)	75% vs. 100%	0,206
		75% vs. Fluconazol	0,050
		75% vs. Agua destilada	0,109
		100% vs. Fluconazol	0,206
		100% vs. Agua destilada	0,020
		Fluconazol vs. Agua destilada	0,002
72 horas	Kruskal-Wallis	Entre todos los grupos	0,008
		50% vs. 75%	0,109
		50% vs. 100%	0,020
		50% vs. Fluconazol	0,002
		50% vs. Agua destilada	0,500
	Post hoc (Dunn)	75% vs. 100%	0,206
		75% vs. Fluconazol	0,050
		75% vs. Agua destilada	0,109
		100% vs. Fluconazol	0,415
		100% vs. Agua destilada	0,020
		Fluconazol vs. Agua destilada	0,002
Global	Kruskal-Wallis	Entre todos los grupos	<0,001
		50% vs. 75%	0,010
		50% vs. 100%	<0,001
		50% vs. Fluconazol	<0,001
		50% vs. Agua destilada	0,500
	Post hoc (Dunn)	75% vs. 100%	0,122
		75% vs. Fluconazol	0,003
		75% vs. Agua destilada	0,010
		100% vs. Fluconazol	0,061
		100% vs. Agua destilada	<0,001
		Fluconazol vs. Agua destilada	<0,001

* Extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera*

En la tabla se observa el PEIR del extracto etanólico de *Aloe vera* en relación con el control positivo (Fluconazol). A una concentración del 50%, el extracto no mostró

efecto inhibitorio (PEIR: 0,00%). Para las concentraciones del 75% y 100%, los valores de PEIR fueron 21,91% y 47,96%, respectivamente.

Tabla 4. Porcentaje de efecto inhibitorio relativo respecto al control positivo

Concentración del extracto*	Promedio del diámetro del halo (mm)	Control positivo (Fluconazol, mm)	PEIR (%)
50%	0	21,77	0,00
75%	4,77	21,77	21,91
100%	10,44	21,77	47,96

* Extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera*

DISCUSIÓN

La actividad antifúngica observada a una concentración del 100% del extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera* sobre *Trichophyton rubrum* representa un resultado notable en el contexto de la búsqueda de alternativas terapéuticas de origen natural. En comparación, Bhatnagar et al. reportaron una alta actividad antifúngica del extracto metanólico de gel de *Aloe vera* contra especies de *Aspergillus*, mostrando la versatilidad de los extractos de esta planta frente a hongos filamentosos [10]. Sin embargo, las diferencias en el tipo de hongo evaluado y el solvente utilizado podrían explicar las variaciones en la magnitud y espectro de la actividad antifúngica. Estos resultados subrayan la importancia de evaluar diferentes partes de la planta y solventes para optimizar su potencial terapéutico. El efecto significativo del extracto etanólico de *Aloe vera* sobre *Trichophyton rubrum*, un hongo dermatofítico clínicamente relevante, indica que este extracto tiene potencial como una opción accesible y natural en el manejo de infecciones dermatofíticas. Sin embargo, se requiere cautela al considerar su desarrollo terapéutico, ya que son necesarios estudios adicionales para confirmar su eficacia, seguridad y viabilidad en contextos clínicos, especialmente en comunidades con acceso limitado a terapias convencionales.

Por otro lado, el estudio de Bahekar et al. mostró que un extracto hidroalcohólico de gel y hojas de *Aloe barbadensis* fue efectivo contra *Candida albicans*, alcanzando zonas de inhibición comparables a un gel comercial de clotrimazol [17]. Aunque el hongo objetivo y el tipo de extracto son diferentes, el resultado reafirma el potencial antifúngico de los compuestos bioactivos presentes en *Aloe*. De manera similar, Pouyafard et al. encontraron que un extracto hidroalcohólico al 75% de hojas de *Aloe vera* presentó una actividad superior a la nistatina contra *C. albicans* [18]. Desde una perspectiva clínica, el

conjunto de resultados presentados refuerza la viabilidad de los extractos de *Aloe* como antifúngicos naturales. No obstante, la actividad diferencial observada entre dermatofitos y levaduras enfatiza la necesidad de estudios adicionales para entender las variaciones en el mecanismo de acción frente a diferentes grupos de hongos.

Soto Chochocca et al. evaluaron un extracto hidroalcohólico completo de *Aloe vera*, observando una reducción en la incidencia de *Moniliophthora roreri* y un incremento en el peso de los frutos [19]. Aunque este estudio se enfoca en hongos fitopatógenos, resalta la capacidad antifúngica versátil de los compuestos en *Aloe vera*. El uso de extractos de *Aloe* para aplicaciones médicas y agrícolas podría fomentar su integración en prácticas sostenibles, maximizando el valor de esta planta tanto en la salud humana como en la protección de cultivos [20].

El uso de los puntos de corte diseñados para *Candida* en la evaluación de *Trichophyton rubrum* es metodológicamente problemático debido a las diferencias intrínsecas en sus características fisiológicas y patrones de crecimiento. Mientras que *Candida* es una levadura de rápido crecimiento y metabolismo uniforme, *T. rubrum* es un hongo filamentoso que presenta un crecimiento más lento y heterogéneo, influenciado por la formación de hifas y conidios. Estas diferencias alteran la interacción con los agentes antifúngicos y la dinámica de difusión en los medios de cultivo. Por ejemplo, los hongos filamentosos, como *T. rubrum*, requieren un ajuste más preciso del inóculo mediante recuento de conidios en cámara de Neubauer, dado que sus elementos hifales pueden afectar la uniformidad del ensayo. Además, el uso de puntos de corte para *Candida* no considera parámetros como las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI), relevantes para evaluar el crecimiento hifal aberrante en

dermatofitos [15, 16]. Sin embargo, dada la ausencia de puntos de corte específicos para *Trichophyton rubrum* y considerando la necesidad de obtener una evaluación preliminar de la actividad antifúngica, la extrapolación de los valores de *Candida* proporciona una referencia útil, aunque limitada, para interpretar los resultados y guiar investigaciones futuras [16].

Este estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El rendimiento del extracto etanólico de *Aloe vera* fue relativamente bajo (5,75%), lo que podría afectar tanto la reproducibilidad como la escalabilidad del proceso, destacando la necesidad de optimizar los métodos de extracción para maximizar su eficiencia. Además, el método de difusión en disco, aunque ampliamente utilizado por su simplicidad y costo-efectividad, no se alinea con los lineamientos del CLSI para hongos filamentosos y carece de puntos de corte oficiales para *Trichophyton rubrum*, lo que llevó al uso de categorías de sensibilidad empíricas. Esto introduce una subjetividad en la interpretación de los resultados, aunque el método fue adecuado como evaluación preliminar de la actividad antifúngica. También es importante señalar que no se determinaron las CMI mediante microdilución en caldo, considerado el estándar de referencia (*gold standard*) para hongos filamentosos, lo que limita la comparabilidad directa con otros estudios [15]. Por tanto, estos hallazgos deben interpretarse con cautela y validarse en investigaciones futuras que incluyan protocolos estandarizados, análisis de CMI y evaluación con múltiples cepas clínicas para garantizar la robustez y generalización de los resultados.

Se concluye que el extracto etanólico de acíbar de *Aloe vera* (L.) Burn mostró actividad antifúngica *in vitro* frente a *Trichophyton rubrum* ATCC 28188, evidenciada por la formación de halos de inhibición a una concentración del 100%, especialmente a partir de las 48 horas de incubación. Los resultados indicaron que el extracto al 100% presentó diferencias significativas respecto al control negativo (agua destilada) en todos los tiempos evaluados, mostrando una inhibición importante. No obstante, su actividad fue menor en comparación con el control positivo (fluconazol), que evidenció una inhibición más pronunciada. Estos hallazgos sugieren que el extracto de *Aloe vera* podría tener un potencial como agente antifúngico, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar su eficacia y evaluar su aplicabilidad clínica.

Referencias bibliográficas

1. Sánchez KC, Díaz L, Almaguer M, Fernández CM. Dermatofitosis: un desafío creciente de salud internacional. *Rev Salud Desarro*. 2022;6(1):149–77. doi:[10.55717/JRZR1886](https://doi.org/10.55717/JRZR1886)
2. Guendulain-Velázquez B, O'Farrill-Romanillos PM. Prevalencia de manifestaciones dermatológicas en pacientes con inmunodeficiencia común variable. *Rev Alergia Mex*. 2024;71(2):91-95. doi:[10.29262/ram.v71i2.1296](https://doi.org/10.29262/ram.v71i2.1296)
3. Petrucelli MF, Abreu MH, Cantelli BA, Segura GG, Nishimura FG, Bitencourt TA, et al. Epidemiology and diagnostic perspectives of dermatophytoses. *J Fungi*. 2020;6(4):310. doi:[10.3390/jof6040310](https://doi.org/10.3390/jof6040310)
4. Martínez-Méndez D, Bravo-Acosta M, Semprún-Hernández N. Antifúngicos: lo que tenemos, lo que tendremos, lo que queremos. *Investig Clínica*. 2023;64(4):539–56. doi:[10.54817/ic.v64n4a11](https://doi.org/10.54817/ic.v64n4a11)
5. Mendoza-León JC, Fuertes Ruitón CM, Jahuira-Arias MH, Mendoza-León JC, Fuertes Ruitón CM, Jahuira-Arias MH. Análisis fitoquímico preliminar y actividad antifúngica *In vitro* del extracto etanólico de las hojas de *Solanum hispidum* pers. Colectadas en la localidad Obraje- Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2022;39(3):321–7. doi:[10.17843/rpmesp.2022.393.11381](https://doi.org/10.17843/rpmesp.2022.393.11381)
6. Hiruma J, Noguchi H, Shimizu T, Hiruma M, Harada K, Kano R. Epidemiological study of antifungal-resistant dermatophytes isolated from Japanese patients. *J Dermatol*. 2023;50(8):1068-1071. doi:[10.1111/1346-8138.16780](https://doi.org/10.1111/1346-8138.16780)
7. Loyola M, Chian AM, Polo JA. Efecto antifúngico del extracto etanólico foliar de *Azadirachta indica* con el fluconazol sobre *Candida albicans*. *Repos Inst-UCV [Internet]*. 2022 [citado el 29 de diciembre de 2024]; doi:[10.26722/rpmi.2022.v7n2.22](https://doi.org/10.26722/rpmi.2022.v7n2.22)
8. Joyruth P, Sukirtha, Kalaimathy P. Investigation of antimicrobial activity of *Aloe vera* and its application. *J Adv Microbiol*. 2024;24(2):122-8. doi:[10.9734/jamb/2024/v24i2800](https://doi.org/10.9734/jamb/2024/v24i2800)
9. Kaur S, Bains K. *Aloe Barbadensis* Miller (*Aloe Vera*). *Int J Vitam Nutr Res Int Z Vitam-Ernährungsforschung J Int Vitaminol Nutr*. 2024;94(3–4):308–21. doi:[10.1024/03009831/a000797](https://doi.org/10.1024/03009831/a000797)

10. Bhatnagar N, Sharma M, Naz Faridi F, Grover R. Antifungal Activity of Aloe Vera Extracts Against Phytopathogenic Fungus *Aspergillus* Spp. *Int J Health Sci Res.* 2022;12(12):86–91. doi:[10.52403/ijhsr.20221214](https://doi.org/10.52403/ijhsr.20221214)
11. Fernando A, Perera R, Jayawardane MAMM, Saavedra R. Antifungal effect of Aloe barbadensis Miller gel extract on *Candida albicans*: Development of an eco-friendly herbal antifungal finish on cotton fabric for medical application. *Discov Appl Sci.* 2024;6(1):19. doi:[10.1007/s42452-024-05628-4](https://doi.org/10.1007/s42452-024-05628-4)
12. Alomia-Lucero JM-, Romero-Alva ME-, Quispe-Concepción P, Roland-Jacobsen C. Estudio etnobotánico de la diversidad de plantas medicinales de la zona de Satipo, Perú. *Rev Investig Agrar.* 2024;6(2):21–33. doi:[10.47840/ReInA.6.2.2202](https://doi.org/10.47840/ReInA.6.2.2202)
13. Mendoza-León JC, Fuertes Ruitón CM, Jahuiria-Arias MH. Preliminary phytochemical analysis and in vitro antifungal activity of the ethanolic extract of the leaves of *Solanum hispidum* Pers. collected in the locality of Obraje- Peru. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2022;39(3):321–7. doi:[10.17843/rpmpesp.2022.393.11381](https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2022.393.11381)
14. Danish P, Ali Q, Hafeez MM, Malik A. Antifungal and antibacterial activity of Aloe vera plant extract. *Biol Clin Sci Res J.* 2020;2020:e004. doi:[10.9734/bcsrj/2020/v2020i004](https://doi.org/10.9734/bcsrj/2020/v2020i004)
15. Cantón Lacasa E, Martín Mazuelos E, Espinel-Ingroff A. Métodos estandarizados por el CLSI para el estudio de la sensibilidad a los antifúngicos (documentos M27-A3, M38-A y M44-A). En: *Revista Iberoamericana de Micología*, editor. Guía de procedimientos. Madrid: Asociación Española de Micología; 2007. p. 15a1–15a17.
16. Colella MT, Castro M, Montiel M, Vásquez E, Mata-Essayag S, Magaldi S, et al. Susceptibilidad antifúngica en dermatofitos. *Kasmera.* 2006;34(2):85–92
17. Saurabh D. Bahekar, Rajesh Z. Mujariya, Manjeet Singh. Formulation and evaluation of antifungal herbal gel using Aloe Vera and Betel leaves extract for the treatment of candidiasis. *World J Biol Pharm Health Sci.* 2024;18(2):309–17. doi:[10.30574/wjbphs.2024.18.2.0289](https://doi.org/10.30574/wjbphs.2024.18.2.0289)
18. Pouyafard A, Jabbaripour N, Jafari A-A, Owlia F. Investigating the Anti-fungal Activity of Different Concentrations of *Aloe vera* in *Candida albicans* Infection under In Vitro Conditions. *J Adv Med Biomed Res.* 2023;31(146):268–74. doi:[10.30699/jambs.31.146.268](https://doi.org/10.30699/jambs.31.146.268)
19. Soto RR, Gonzalez E, Fernandez JH, Angeles JM, Huamán De La Cruz AR, Mohamed MMH, et al. Antifungal effect from *Zingiber officinale*, *Aloe vera* and *Trichoderma* sp. for control of *Moniliophthora roreri* in *Theobroma cacao* in Huánuco, Peru. *Rev Fac Nac Agron Medellín.* 2022;75(1):9823–30. doi:[10.15446/rfnam.v75n1.95804](https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n1.95804)
20. Khebri S, Benyahoum A, Boudriche L. A review on plants biopesticides. *Revue Aurassienne du Laboratoire.* 2021;2(5):32–38.