

Research Article

Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto de *Bryophyllum pinnatum* contra diferentes microorganismos patógenos

*Evaluation of the antimicrobial activity of *Bryophyllum pinnatum* extract against different pathogenic microorganisms*



Ayuy-Tzamarenda, Marilyn Mireya ¹



<https://orcid.org/0009-0003-6985-3044>



mm.ayuyt@uea.edu.ec



Ecuador, Pastaza, Universidad Estatal Amazónica



Rodríguez-Almeida, Nancy Narcisa ³



<https://orcid.org/0009-0000-8843-920X>



nn.rodrigueza@uea.edu.ec



Ecuador, Pastaza, Universidad Estatal Amazónica



Rivera-Barreto, Jannys Lizeth ⁵



<https://orcid.org/0009-0009-2172-0529>



jl.riverab@uea.edu.ec



Ecuador, Pastaza, Universidad Estatal Amazónica



Carrasco-Grefa, Karen Nicolle ²



<https://orcid.org/0009-0003-1425-3375>



kn.carraacog@uea.edu.ec



Ecuador, Pastaza, Universidad Estatal Amazónica



Núñez-Castro, Marlon Oswaldo ⁴



<https://orcid.org/0009-0007-0081-8944>



mnuñez@uea.edu.ec



Ecuador, Pastaza, Universidad Estatal Amazónica

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n3/218>

Resumen: El estudio evaluó la actividad antifúngica de extractos de hojas de *Bryophyllum pinnatum* frente a los fitopatógenos *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*. Se obtuvieron extractos acuoso, etéreo y alcohólico, sometidos a tamizaje fitoquímico para identificar metabolitos secundarios. Los extractos acuoso y alcohólico presentaron mayor diversidad de compuestos, destacándose flavonoides, taninos, aminoácidos, azúcares reductores y compuestos fenólicos. El extracto acuoso registró 176,46 mg/mL de sólidos totales y 246,32 mg EAG/100 g de polifenoles. Su actividad antifúngica se evaluó a concentraciones de 0, 25, 50, 75 y 100 mg/mL mediante el diámetro de crecimiento micelial. El análisis de varianza evidenció un efecto significativo de la concentración sobre el crecimiento fúngico ($p < 0,001$), mientras que el tipo de hongo no presentó diferencias significativas ($p = 0,0552$). Las concentraciones de 75 y 100 mg/mL produjeron la mayor inhibición, sin diferencias significativas entre ellas. Los resultados demuestran el potencial antifúngico de *B. pinnatum* y respaldan su estudio como alternativa natural para el manejo de fitopatógenos de importancia agrícola.

Palabras clave: Tamizaje fitoquímico; *Moniliophthora roreri*; *Rhizopus stolonifer*; ANOVA; dosis-dependencia.

Recibido: 22/Jun/2026

Aceptado: 18/Jul/2026

Publicado: 30/Sep/2026

Cita: Ayuy-Tzamarenda, M. M., Carrasco-Grefa, K. N., Rodríguez-Almeida, N. N., Núñez-Castro, M. O., & Rivera-Barreto, J. L. (2026). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto de *Bryophyllum pinnatum* contra diferentes microorganismos patógenos. *Revista Científica Zambos*, 5(3), 155-174. <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n3/218>

Ecuador, Santo Domingo, La Concordia
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Sede Santo Domingo
Revista Científica Zambos (RCZ)
<https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec>

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](#).



Abstract:

The study evaluated the antifungal activity of *Bryophyllum pinnatum* leaf extracts against the plant pathogens *Moniliophthora roreri* and *Rhizopus stolonifer*. Aqueous, ether, and alcoholic extracts were obtained and subjected to phytochemical screening to identify secondary metabolites. The aqueous and alcoholic extracts exhibited greater diversity of compounds, notably flavonoids, tannins, amino acids, reducing sugars, and phenolic compounds. The aqueous extract contained 176.46 mg/mL of total solids and 246.32 mg EAG/100 g of polyphenols. Its antifungal activity was evaluated at concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100 mg/mL by measuring the mycelial growth diameter. Analysis of variance revealed a significant effect of concentration on fungal growth ($p < 0.001$), while the type of fungus did not show significant differences ($p = 0.0552$). Concentrations of 75 and 100 mg/mL produced the greatest inhibition, with no significant differences between them. The results demonstrate the antifungal potential of *B. pinnatum* and support its study as a natural alternative for managing phytopathogens of agricultural importance.

Keywords: Phytochemical screening; *Moniliophthora roreri*; *Rhizopus stolonifer*; ANOVA; dose-dependence.

1. Introducción

Conforme el tiempo avanza, la ciencia se ve forzada a experimentar cambios significativos en función a las realidades poblacionales, uno de estos panoramas de transición en la ciencia se asocia con la resistencia antimicrobiana (Giono-Cerezo et al., 2020). La resistencia antimicrobiana ha encontrado protagonismo y es un modelo cuando se habla de desafíos sanitarios, y es percibida como crítico mundialmente.

Esta evolución de microorganismos hacia la inmunidad farmacológica ha comprometido la funcionalidad de terapias convencionales, aumentando la morbilidad derivada de infecciones o cuadros médicos homólogos (Simon & Labandera, 2023). Este panorama de necesidad ha impulsado una búsqueda creciente de nuevas moléculas bioactivas que reemplacen las prácticas médicas convencionales, fusionando disciplinas como la biotecnología, la botánica y otras ciencias, quienes buscan nuevas fuentes naturales cuyos compuestos químicos puedan contribuir con el control de patógenos (Alvarenga & Zapata, 2025).

El uso de plantas cuyos compuestos y metabolitos sean aprovechables en el campo del control de patógenos se posiciona cada vez más como una fuente prometedora, ofreciendo un puente entre el conocimiento generacional y el tecnicismo científico (Radice et al., 2020). Esta técnica bio dirige la búsqueda hacia especies vegetales, generando una transición entre los químicos convencionalmente usados hacia la botánica experimental, dándole un espacio protagónico al conocimiento ancestral y empírico contra las afecciones infecciosas (Radice et al., 2020). La evaluación

sistemática de extractos botánicos se convierte en un paso esencial para descubrir candidatos terapéuticos proyectados (Rebiai et al., 2022).

En función a esto, la región amazónica se considera un punto de biodiversidad extrema, este enclave biológico no solo ofrece un jardín excepcionalmente variado, sino que también alberga una historia etnobotánica asociada a las nacionalidades nativas (Infante, 2016). La provincia de Pastaza al situarse en el centro del ecosistema se configura como una ventana hacia la investigación fitoquímica y farmacológica, no obstante, esta riqueza se ve amenazada por actividades antrópicas que amonestan el patrimonio cultural y ambiental del lugar (Soto, 2015) .

Entre las especies que conforman la biotecnología en regiones del Ecuador y regiones tropicales en general, incluyendo la Amazonía, *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) nombrada tradicionalmente como siempre viva se consagra como una de las más estudiadas (Lanna et al., 2019). Entre los usos descritos se incluyen, tratamiento de heridas, infecciones respiratorias, inflamaciones y tónico contra heridas, cataplasma y demás preparaciones (Andrade et al., 2019) . Bajo este concepto, su historial de uso indica la presencia de metabolitos secundarios cuya actividad biológica puede fundamentar investigaciones, particularmente en el campo antimicrobiano e inmunomodulador, de la cual la tecnología fitosanitaria se puede servir (Rioja, 2020) .

Estudios fitoquímicos previos ejecutados mediante el uso de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.), han identificado una composición diversa de compuestos como flavonoides, taninos, ácidos orgánicos, esteroides y demás elementos asociados a propiedades (Lanna et al., 2019).

Bryophyllum pinnatum (Lam.), es una hierba perenne reconocida por su capacidad de reproducción, pueden alcanzar una altura de entre 40 cm y 2 m, generalmente compuestas de 3 folíolos de bordes crenados. Pertenecen a la familia *Crassulaceae*, nativas de África tropical, pero naturalizadas en muchas regiones tropicales del planeta, distribuida ampliamente en la Amazonia (Kamboj & Kumar, 2009).

En este escenario, en la Amazonia no solo prolifera el reino vegetal, de la mano con las plantas agentes patógenos de interés agrícola han encontrado un nicho ecológico perfecto para su desarrollo (Robayo, 2025) . Uno de los hongos fitopatógenos de mayor presencia, principalmente en las postcosechas, corresponde al género *Rhizopus*, considerado altamente destructivo (Másmela, 2019).

De forma particular *Rhizopus stolonifer* actúa como agente causal de la pudrición blanda, este patógeno infecta principalmente los tejidos vegetales, una vez que detecta una comisura o herida coloniza los tejidos vegetales llevándolos a la pudrición (Oliveira et al., 2021). La presencia de defectos en los órganos vegetales le permite a este fitopatógeno ingresar y desencadenar la descomposición del parénquima mediante la secreción de enzimas pépticas que degradan la pared celular y provocan el colapso estructural del fruto. se benefician de condiciones climáticas como la humedad y el calor (Jaya Roa et al., 2026).

De forma similar y específica, la producción cacaotera ecuatoriana se ve fuertemente afectada por la presencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Tirado-Gallego et al., 2017). Este fitopatógeno constituye la principal limitante fitosanitario, siendo responsable de la enfermedad conocida como moniliasis del cacao que afecta severamente las mazorcas en cualquier estado de desarrollo (Ruiz et al., 2020).

Este patógeno causa daño en los cultivos, penetra los frutos y se desarrolla intracelularmente causando deformaciones, necrosis interna y pérdidas que pueden superar el 80% de la producción (Pérez-Vicente, 2018). Lo que repercute directamente en la sostenibilidad económica de los pequeños productores y en la seguridad alimentaria de las zonas rurales (Ruiz et al., 2020).

A pesar de las propiedades biológicas atribuidas a *Bryophyllum pinnatum* (Lam.), la literatura científica actual carece de reportes que evalúen de manera específica su eficacia frente a fitopatógenos de alto impacto en la región amazónica, tales como *Rhizopus stolonifer* y *Moniliophthora roreri*. La incidencia de estos agentes fúngicos representa una amenaza crítica para la sanidad vegetal en los ecosistemas tropicales, evidenciando una brecha significativa en el conocimiento fitosanitario regional (Monteiro et al., 2022). Bajo esta premisa, la presente investigación tiene como objeto evaluar la actividad antimicrobiana de los extractos de *B. pinnatum* contra diversos microorganismos patógenos, buscando mitigar las debilidades en la literatura científica mediante la valorización de la composición florística amazónica bajo un enfoque de biotecnología aplicada.

2. Metodología

Localización

El presente estudio se ejecutó en los laboratorios de Química y Biología de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), situado en el kilómetro 2 1/2 vía al Tena, provincia de Pastaza. Para el desarrollo de la investigación se emplearon hojas secas de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.), obtenidas en el mercado local.

Recolección del material vegetal

Se evaluaron las características fenotípicas de las hojas, se usaron hojas sin indicios de apoptosis, manchas o en visible mal estado. Basados en la literatura la recomendación principal fue la compra de material vegetal en horas de la mañana, acoplándonos a la variación circadiana de la planta (Duarte-Rueda et al., 2007). El horario pertinente fue en la mañana con la intención de reducir la volatilidad de los compuestos de las hojas (Chinaza & Chinwaizu, 2019).

Preparación de muestra

Se realizó la separación de las láminas foliares del pecíolo, posteriormente fueron cortadas hasta obtener un tamaño estándar que permita su manejo adecuado (Benítez et al., 2020).

Estas hojas se introdujeron en una estufa marca BINDER, modelo ED-S115-UL, sometiénolas a 40°C durante un período de cinco días, esta acción tuvo como finalidad remover el contenido de humedad, impedir la proliferación de microorganismos, conservar la integridad de la muestra y garantizar la retención de sus metabolitos bioactivos.

Una vez finalizado el proceso de desecación, el material se redujo mecánicamente empleando un molino marca THOMAS-WILEY, modelo 4, equipado con un motor de 1725 revoluciones por minuto.

Obtención de Extractos

Para el tamizaje fitoquímico se siguió la metodología propuesta por Jaya Roa et al., (2026), empleándose tres solventes de diferente polaridad: acuoso, etéreo y etanólico. Se tomaron 10 g de muestra vegetal pulverizada de *Bryophyllum pinnatum*, los cuales fueron depositados en un balón de 500 mL, incorporándose 200 mL de cada solvente en estudio. La mezcla se sometió a baño ultrasónico marca BRANSON38000, modelo CPXH, operando a 40 Hz de frecuencia y 110 W de potencia, manteniendo la temperatura en 40°C durante 60 minutos.

Análisis Fitoquímico

Una vez obtenidos los extractos, se procedió a la detección de los diferentes metabolitos secundarios mediante pruebas específicas. Para saponinas se empleó agua destilada como reactivo, observándose la formación de espuma tras agitación manual por 3 minutos y reposo durante 10 minutos.

Mediante los reactivos Dragendorff, Wagner y Mayer se llevó a cabo la identificación de alcaloides, con este fin se añadieron previamente 3 gotas de H₂SO₄ al 10% sobre 1 mL de extracto, seguido de 5 gotas del reactivo correspondiente Dragendorff y 15 gotas de reactivo Mayer según lo recomendado por Jaya Roa et al., (2026) .

La presencia de flavonoides se delimitó mediante la aplicación 3 gotas de NaOH al 20% sobre 1 mL de extracto, de forma consecutiva se realizó la detección de taninos y compuestos fenólicos misma que se efectuó con FeCl₃, agregando 1,5 mL a cada tubo que contenía 1 mL de extracto. Adicionalmente, para taninos se utilizó acetato de plomo al 10%, incorporando 5 gotas sobre 1 mL de extracto.

Los aceites esenciales se evidenciaron mediante Sudán III, adicionando 4 gotas a 1 mL de extracto (Mejía et al., 2019), con la finalidad de detectar la presencia de azúcares reductores se empleó reactivos de Fehling A y B, mezclando 1 mL de cada uno con 1 mL de extracto (Duarte-Rueda et al., 2007). De forma paralela se llevó a

cabo la detección de los aminoácidos con Ninhidrina al 2%, añadiendo 1,5 mL a 1 mL de extracto. Todo este procedimiento permitió establecer qué solvente resultó más efectivo para la extracción de los metabolitos secundarios presentes en *Bryophyllum pinnatum*, (Jaya Roa et al., 2026).

Extracción, concentración y determinación de sólidos totales

La extracción por agotamiento se llevó a cabo mediante la metodología sugerida por Fajardo et al., (2018) adaptado al estudio de la presente especie. Se midieron 50 g de muestra seca y pulverizada de *Bryophyllum pinnatum*, distribuyéndose equitativamente en dos recipientes de vidrio.

Cada porción se mezcló con 800 mL de agua destilada, empleándose este volumen como fase extractiva, ambos conjuntos fueron procesados individualmente en un equipo de ultrasonido de la marca Branson, programado para operar a 40°C.

El ciclo de extracción constó de tres etapas sucesivas, acumulando un tiempo total de 60 minutos de exposición a las ondas ultrasónicas. Una vez completado este paso, las mezclas se hicieron pasar a través de papel filtro, recolectándose un volumen aproximado de 2 galones de solución resultante.

La concentración total del líquido filtrado fue trasladado a un rotavapor de la marca Senco, ajustándose los parámetros de operación a 40°C de temperatura, este proceso de evaporación se ejecutó por 9 horas continuas, logrando disminuir el volumen inicial hasta 250 mL de producto concentrado, el cual quedó en espera para los análisis posteriores.

Con la finalidad de determinar la concentración total de sólidos se tomaron dos cápsulas de porcelana, identificadas como cápsula 3 y cápsula 8, y se introdujeron en una cámara de secado durante 120 minutos.

Pasado este intervalo, se retiraron y permanecieron en enfriamiento por 15 minutos, registrándose sus masas individuales en estado vacío, una vez que se encontraron en temperatura ambiente se añadieron 5 mL del concentrado obtenido a cada recipiente, repitiéndose el ciclo de secado en las mismas condiciones. Al finalizar, se dejaron enfriar nuevamente y se tomaron los pesos definitivos, arrojando los siguientes valores:

El cálculo de sólidos totales se realizó aplicando la fórmula referida del autor Gonzales et al., (2023):

$$St = \frac{(Pf - Pi)}{Vm} \times Vt$$

Donde:

- ST = Sólidos totales
- P_f = Peso final de la cápsula con muestra seca

- P_i = Peso inicial de la cápsula vacía
- V_m = Volumen de muestra empleado (5 mL)
- V_t = Volumen total del extracto concentrado (250 mL)

Determinación de polifenoles totales

La cuantificación de polifenoles totales presentes en el extracto de *Bryophyllum pinnatum* se realizó siguiendo la metodología sugerida por Jaya Roa et al. (2026), en donde se utilizó 1 mL del extracto concentrado con 0,5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu.

Esta solución fue previamente diluida a la mitad con agua destilada, se dejó reposar por 10 minutos a temperatura ambiente. Una vez concluidos los 10 minutos se agregó 0,5 mL de carbonato de sodio al 20% y se aforó con agua destilada hasta completar un volumen de 10 mL.

La solución se agitó suavemente y se dejó reposar por dos horas en un lugar oscuro a temperatura ambiente, con la finalidad de permitir el desarrollo completo de la reacción. Para la lectura de absorbancia del extracto se llevó a cabo a una longitud de onda de 765 nm contra el blanco de reactivo, utilizando el equipo espectrofotómetro marca THERMO SCIENTIFIC, modelo GENESYS 10UV SCANNING.

La cuantificación de polifenoles totales se realizó mediante una curva de calibración basada en ácido gálico como estándar de referencia, y los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de muestra seca (mg EAG/100g).

Para determinar las concentraciones se empleó la ecuación reportada por Dahua et al. (2024)

$$A = 0,0734C - 0,0028$$

Donde:

- A: Absorbancia de la muestra medida a 765 nm
- C: Concentración de polifenoles totales en la muestra (mg/L)

Siembra de cultivo envenenado

La siembra en medio de cultivo envenenado se realizó en función a la metodología sugerida por (Albuquerque & Guasqui., 2018). La preparación de los medios de cultivo envenenado se llevó a cabo mediante el uso de extracto concentrado de *Bryophyllum pinnatum*, con la concentración de sólidos totales descritos con anterioridad.

Se establecieron cuatro concentraciones de trabajo: 100 mg/mL, 75 mg/mL, 50 mg/mL y 25 mg/mL, calculándose los volúmenes necesarios de extracto y agua para alcanzar dichas concentraciones en un volumen final de 20 mL por caja Petri.

Cálculos para la preparación de las concentraciones

Para determinar la cantidad de extracto requerida en cada concentración se aplicó la siguiente relación:

$$V_{extracto} = \frac{C_{deseada} \times V_{final}}{C_{extracto}}$$

Donde:

- $C_{deseada}$ = Concentración deseada en el medio (mg/mL)
- V_{final} = Volumen final por caja (20 mL)
- $C_{extracto}$ = Concentración del extracto puro (176,46 mg/mL).

Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos en los ensayos de actividad antifúngica se fundamentó en lo sugerido por Pérez-Pérez et al. (2017) con algunas modificaciones. En este diseño se evaluaron los factores de la concentración del extracto en cinco niveles, 0-25-50-75 y 100 mg/mL, y la segunda variable en dos niveles, hongo *Monoliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*. Los 10 tratamientos resultantes de la combinación se analizaron por triplicado, dando un lote final de 30 casos experimentales que se analizaron estadísticamente.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA multifactorial de efectos, particularmente empleando el método de suma de cuadrados tipo III.

Este análisis se ejecutó en coocurrencia del uso del software estadístico STATGRAPHICS versión 19. Se utilizó esta plataforma con el objetivo de determinar si los factores de concentración del extracto, así como el tipo de hongo y su interacción, presentaban un efecto estadístico lo suficientemente relevante sobre la variable dependiente, que para el estudio fue el diámetro de crecimiento del hongo.

La significancia estadística se estableció mediante el valor (P) y el nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$). Para los factores que resultaron significativos durante el ANOVA, se procedió a realizar una comparación múltiple de medias. Con este fin se aplicó el procedimiento de diferencia mínima significativa de Fisher con un 95 % de confianza. Este ajuste metodológico permitió identificar las diferencias estadísticamente significativas entre los diversos niveles de concentración del extracto y permitió el agrupamiento de los factores que presentaban condiciones y actividades similares u homogéneos frente al crecimiento de hongos (Benítez et al., 2020) (Tabla 1).

Tabla 1

Diseño experimental

Tratamiento	Concentración Mg/mL	Hongo Fitopatógeno	Réplica	Variable medible
T0	0 (control)	M. roreri	3	Diámetro de crecimiento (mm)

T1	25	M. roreri	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T2	50	M. roreri	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T3	75	M. roreri	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T4	100	M. roreri	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T5	0 (control)	R. stolonifer	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T6	25	R. stolonifer	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T7	50	R. stolonifer	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T8	75	R. stolonifer	3	Diámetro de crecimiento (mm)
T9	100	R. stolonifer	3	Diámetro de crecimiento (mm)

Nota: Bioensayo con dosis crecientes (0, 25, 50, 75, 100 mg/mL). Tratamiento aplicado a los hongos M. roreri y R. stolonifer. Con 3 réplicas por tratamiento, se mide el diámetro de crecimiento (mm) para evaluar la actividad antifúngica (Autores, 2026).

3. Resultados

3.1. Caracterización del extracto acuoso.

El extracto acuoso resultante de las hojas de la especie vegetal *Bryophyllum pinnatum*, se sometió a análisis por triplicado para la determinación de parámetros fisicoquímicos, relevantes para el estudio.

Los parámetros analizados fueron, contenido de humedad, sólidos y polifenoles totales del extracto bajo la condición previamente mencionada (Tabla 3).

Tabla 3

Caracterización del extracto

Parámetro	Valor
Muestra	Hoja de viento
Extracto	Acuoso
Humedad (%)	88.82
Sólidos Totales (mg/mL)	176.46
Polifenoles totales (mg EAG/100 g)	246.32

Nota: Se especifica su alto contenido de humedad (88.82%), sólidos totales (176,46 mg/mL) y polifenoles totales (246.32 mg EAG/100 g) (Autores, 2026).

El contenido de humedad arrojó un valor de 88,82%, indicando el alto grado de succulencia de la especie *Bryophyllum pinnatum*, esta característica es propia de las plantas de la familia Crassulaceae, mismas que son pertenecientes a climas de alta humedad ambiental (Kamboj & Kumar, 2009).

Este valor concuerda con los rangos sugeridos por Kamboj & Kumar (2009), indicando que las hojas carnosas contienen hasta un 90 % de agua, condición que puede ser beneficiosa o preocupante dependiente del tipo de análisis.

Para la determinación de sólidos totales, se tomaron dos cápsulas de porcelana identificadas como cápsula 3 y cápsula 8, las cuales fueron deshidratadas en cámara de secado durante 120 minutos. Posteriormente, se enfriaron por 15 minutos y se registraron sus masas en vacío, obteniendo los siguientes valores iniciales: cápsula 3: 20,1710 g y cápsula 8: 18,914 g.

A cada cápsula se añadieron 5 mL del extracto concentrado y se sometieron a un nuevo ciclo de secado en las mismas condiciones. Tras un nuevo enfriamiento, se registraron los pesos finales: cápsula 3: 23,7002 g y cápsula 8: 22,4432 g.

Aplicando la fórmula, mencionada con anterioridad, considerando un volumen total de extracto concentrado de 250 mL, se obtuvo una concentración de sólidos totales de 176,46 mg/mL.

La concentración de sólidos totales en el extracto acuoso indicó 176,46 mg/mL, lo que representa un rendimiento moderado en la extracción de componentes solubles en agua, siendo este valor comparable con lo reportado por Lanna et al. (2019), quienes obtuvieron concentraciones entre 150 y 200 mg/mL en extractos acuosos de la misma especie empleando metodologías de extracción asistida por ultrasonido.

La cantidad de sólidos obtenidos justifica el uso de agua como solvente de extracción, siendo consistente con la abundancia de metabolitos polares detectados posteriormente en el tamizaje fitoquímico.

En lo que respecta al contenido de polifenoles totales, se cuantificaron 246.32 mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de muestra seca, valor que evidencia una capacidad importante de síntesis de compuestos fenólicos por parte de *Bryophyllum pinnatum*, lo cual concuerda con los resultados del tamizaje fitoquímico donde se observó una presencia abundante (+++) de taninos y compuestos fenólicos en el extracto acuoso.

Estudios previos como los de Lanna et al. (2019) han reportado concentraciones de polifenoles entre 200 y 280 mg EAG/100g para extractos acuosos de la especie, situando los resultados obtenidos dentro de los rangos esperados, la presencia de estos compuestos resulta de particular interés debido a sus reconocidas propiedades antioxidantes y antimicrobianas, las cuales podrían estar asociadas a la actividad antifúngica evaluada posteriormente en la presente investigación (Lanna et al., 2019).

3.2. Tamizaje fitoquímico de *Bryophyllum pinnatum*.

La descripción de los metabolitos secundarios contenidos en la especie *Bryophyllum pinnatum*, se realizó mediante la ejecución de un tamizaje fitoquímico practicado en los diferentes extractos, acuoso, etéreo y alcohólico, en línea con lo descrito por Rodríguez et al. (2021).

Los resultados obtenidos resaltaron la presencia de metabolitos en las hojas, sin embargo, la presencia e intensidad de las reacciones fueron más significativas en los extractos acuosos y alcohólicos y mucho menor en el extracto etéreo (Tabla 4).

El análisis determinó que los compuestos como, saponinas, alcaloides, flavonoides, taninos, aminoácidos, azúcares reductores y compuestos fenólicos, se encuentran presentes en diferentes niveles de abundancia y en función al extracto.

Se observó la ausencia total de la mayoría de estos metabolitos en el extracto etéreo, a excepción de una escasa presencia de alcaloides que fue detectada mediante los ensayos de Mayer y Wagner. Los resultados se interpretan de la siguiente manera: (-) ausencia, (+) poca presencia, (++) presencia relativamente abundante, (+++) presencia abundante, de acuerdo con lo establecido por Rodríguez et al. (2021).

Tabla 4
Tamizaje fitoquímico

Metabolito	Ensayo	Agua	Éter	Alcohol
Saponinas	Espuma	++	-	+
Alcaloides	Mayer	+++	++	+
	Wagner	+++	++	++
Flavonoides	NaOH 20%	+++	-	+++
Taninos o C. Fenólicos	FeCl ₃ 1%	+++	-	+++
	Acetato	+++	-	++
Aminoácidos	Ninhidrina 2 %	+++	-	+++
Azúcares reductores	Benedict	+++	-	+++

Nota: Presencia escasa (+); Abundancia media (++); Presencia abundante (+++); No detectado (-) (Autores, 2026).

Las saponinas se detectaron mediante la prueba de espuma, como se puede observar en la tabla registraron una presencia de abundancia media (++) para el extracto acuoso. Para el extracto alcohólico una presencia escasa (+) y para el etéreo una presencia no detectada (-). El resultado obtenido con el extracto acuoso es señal de que el compuesto tiende a ser de naturaleza polar y se extraen con mayor precisión en un solvente acuoso (Tabla 4).

Por su parte la detección de alcaloides mediante las pruebas químicas Mayer y Wagner mostraron una presencia abundante (+++) en el extracto acuoso en ambos ensayos, abundancia media (++) en el extracto etéreo. También se registró una variación entre los ensayos Mayer y Wagner con el extracto alcohólico que osciló entre escasa (+) y abundante (++), esto es un indicativo de que los alcaloides presentes en la especie tienen polaridades variables y responden positivamente a diversos extractos (Tabla 4).

Los flavonoides se etiquetaron mediante la aplicación de la prueba con NaOH al 20 %, resultando abundante en el extracto acuoso y alcohólico (+++) en contraste, el extracto etéreo no presentó reacción (-) (Tabla 4).

La presencia de compuestos fenólicos y taninos se evidenció mediante los ensayos frente a la respuesta con FeCl₃ al 1% y acetato de plomo. Se observó una presencia abundante (+++) en los extractos acuoso y alcohólico, presencia abundante (+++) en el primer ensayo. En el segundo ensayo se registró una presencia abundante (+++) en el extracto acuoso y una presencia media en el extracto alcohólico (++), no se detectó la presencia en el extracto etéreo con ninguna prueba (Tabla 4).

Los aminoácidos fueron identificados usando Ninhidrina al 2 % observándose una presencia abundante (+++) en los extractos acuoso y alcohólico, mientras que en el extracto etéreo no se detectó su presencia (-), lo que indica que los aminoácidos presentes en la especie son de carácter polar.

Los azúcares reductores fueron detectados mediante el ensayo de Benedict, evidenciándose una presencia abundante (+++) en los extractos acuoso y alcohólico, con ausencia total (-) en el extracto etéreo, confirmando nuevamente la polaridad de estos compuestos y su afinidad por solventes polares (Tabla 4).

Los resultados que se recopilaron sugirieron que los extractos de origen acuoso y alcohólico son los más efectivos con un 100 % y 88 % de efectividad respectivamente. El extracto etéreo con un 33 % resultó ser un compuesto limitado por la polaridad de las muestras, confirmando que los compuestos derivados de *Bryophyllum pinnatum*, son polares en su mayoría.

3.3. Actividad antifúngica de *Bryophyllum pinnatum* frente a *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*

Los resultados obtenidos en los ensayos de actividad antifúngica fueron sometidos a un análisis de varianza multifactorial con la finalidad de determinar la significancia estadística de los factores evaluados, cuyos detalles se presentan en la (Tabla 5).

Este análisis permitió evaluar el efecto de dos factores principales sobre la variable dependiente correspondiente al diámetro de crecimiento del hongo expresado en milímetros, siendo estos la concentración del extracto de *Bryophyllum pinnatum* y el tipo de hongo fitopatógeno, así como la posible interacción que pudiera existir entre ambos factores.

Tabla 5

Análisis de Varianza para el diámetro de crecimiento de hongos

Fuente de variación		Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Concentración del extracto		21574.5	4	5393.63	46.42	0.0000
Hongo Fitopatógeno		472.033	1	472.033	4.06	0.0552
Residual		2788.8	24	116.2		
Total		24835.4	29			

Nota: Valores-p < 0.05 indican efectos estadísticamente significativos con un 95% de confianza (Autores, 2026).

El ANOVA indicó que el factor referente a la concentración del extracto tuvo un efecto significativamente alto sobre el crecimiento de los hongos. Se obtuvo un valor de $p < 0.001$, señalando que las dosis aplicadas marcaron un impacto significativo en la inhibición del desarrollo fúngico del bioensayo (Torres & Hernández, 2009).

El factor de tipo hongo no indicó un efecto significativo y alcanzó un $p = 0,0552$ a pesar de que se encontró al borde del límite de significancia establecido previamente, esto sugirió una tendencia que se confirma mediante la realización de las réplicas.

En función a esto, la (Tabla 6) presenta los valores promedio del diámetro de crecimiento por concentración evaluada. Se evidenció una correlación negativa entre la concentración del extracto de *Bryophyllum pinnatum* y el crecimiento de *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer* a medida que la concentración aumentó, el crecimiento fúngico se inhibió de manera progresiva.

Tabla 6
Diámetro de crecimiento promedio de los hongos por cada extracto

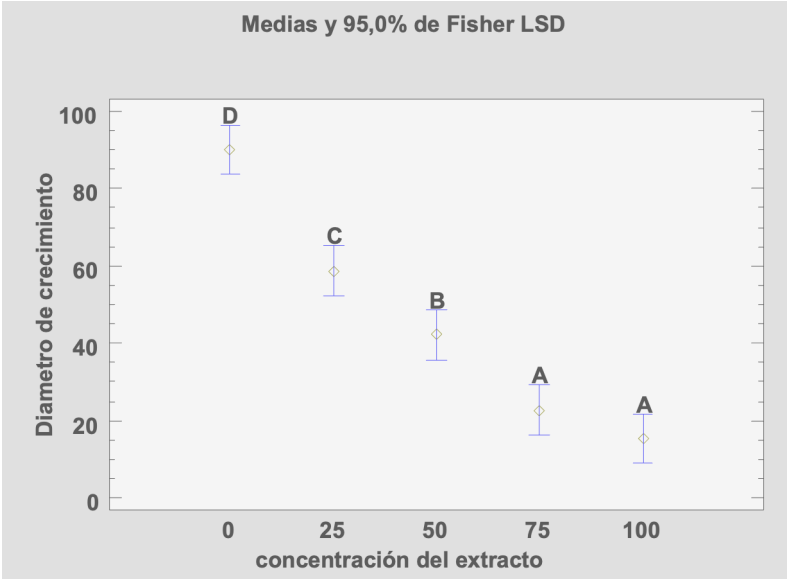
Concentración (mg/mL)	Casos	Media (mm)	Error Estándar	Grupos Homogéneos
0	6	90.00 ± 4.40	4.40	D
25	6	58.67 ± 4.40	4.40	C
50	6	42.17 ± 4.40	4.40	B
75	6	22.67 ± 4.40	4.40	A
100	6	15.33 ± 4.40	4.40	A

Nota: Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba LSD de Fisher ($p < 0.05$) (Autores, 2026).

La prueba de comparación múltiple de medias mediante el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher permitió identificar cuatro grupos homogéneos designados como A, B, C y D.

Las concentraciones de 75 mg/mL y 100 mg/mL conformaron el grupo homogéneo A, esto indicó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre ambas concentraciones, siendo estas las que presentaron el mayor efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los hongos. Por su parte, la concentración de 50 mg/mL formó el grupo homogéneo B, la concentración de 25 mg/mL conformó el grupo homogéneo C y el control correspondiente a 0 mg/mL integró el grupo homogéneo D, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre todos estos grupos y también con respecto al grupo A (Figura 1).

Figura 1
*Efecto de diferentes concentraciones del extracto de *Bryophyllum pinnatum* sobre el diámetro de crecimiento (mm) de los hongos evaluado*



Nota: Descripción | A, B, C, D no presentan diferencias estadísticamente (Autores, 2026).

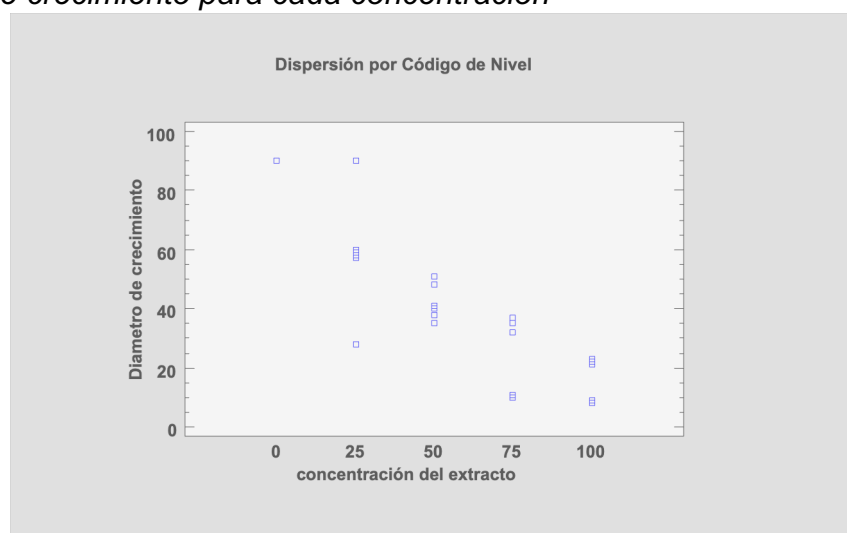
significativas según la prueba LSD de Fisher ($p < 0.05$). Las barras representan los intervalos de confianza al 95%.

En cuanto al factor correspondiente al tipo de hongo, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor de $p = 0.0552$ como se mencionó anteriormente, se pudo observar que *Moniliophthora roreri* presentó un diámetro de crecimiento promedio de 49.73 mm, mientras que *Rhizopus stolonifer* mostró un promedio ligeramente inferior de 41.80 mm (Cavadía et al., 2018).

Esta tendencia observada sugirió que *Rhizopus stolonifer* podría ser ligeramente más sensible a la acción del extracto en comparación con *Moniliophthora roreri*, aunque se requieren estudios adicionales que permitan confirmar este comportamiento con mayor precisión esto concuerda con lo descrito por Celestino et al. (2017).

Figura 2

Diámetros de crecimiento para cada concentración



Nota: El gráfico muestra la dispersión de las mediciones individuales y permite visualizar la variabilidad de los datos en cada nivel de concentración (Autores, 2026).

Los resultados obtenidos en la presente investigación demostraron que el extracto acuoso de *Bryophyllum pinnatum* posee una actividad antifúngica significativa contra *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*, especialmente a concentraciones de 75 mg/mL y 100 mg/mL donde se alcanzaron los mayores porcentajes de inhibición.

Esta actividad podría estar asociada directamente a la presencia de los metabolitos secundarios identificados en el tamizaje fitoquímico, particularmente los flavonoides, taninos y compuestos fenólicos, los cuales fueron abundantes en el extracto acuoso y son reconocidos por la literatura científica por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Radice et al., 2020; Jaya Roa et al., 2026).

4. Discusión

La actividad antifúngica observada en *Bryophyllum pinnatum* mostró una clara respuesta dependiente de la concentración, ya que el crecimiento fúngico disminuyó progresivamente hasta alcanzar los menores diámetros con 75 y 100 mg/mL. Este comportamiento coincide con investigaciones sobre alternativas vegetales para el control de hongos fitopatógenos (Troncozo-Correa et al., 2026), donde los extractos naturales han demostrado capacidad inhibitoria *in vitro* y potencial para reducir el crecimiento micelial (Ruperty-Parraga et al., 2026; Troncozo-Correa et al., 2026). Estos resultados respaldan el aprovechamiento de matrices vegetales como fuente de compuestos bioactivos para estrategias fitosanitarias.

La elevada presencia de flavonoides, taninos y compuestos fenólicos en los extractos acuoso y alcohólico permite relacionar la composición fitoquímica con la respuesta antifúngica obtenida. Particularmente, la cuantificación de 246,32 mg EAG/100 g evidencia una concentración relevante de polifenoles. En este sentido, la extracción de estos compuestos depende de las condiciones y procedimientos empleados, aspecto también abordado en estudios orientados a optimizar la recuperación de polifenoles totales a partir de matrices foliares (Viáfara-Banguera et al., 2025). Esta composición podría contribuir al efecto inhibitorio registrado frente a los fitopatógenos evaluados.

Aunque *Rhizopus stolonifer* presentó menor crecimiento promedio que *Moniliophthora roreri*, el efecto del tipo de hongo no alcanzó significancia estadística ($p = 0,0552$); por ello, la concentración constituye el factor experimental con evidencia estadística de influencia. La respuesta obtenida frente a *M. roreri* resulta especialmente relevante al compararla con investigaciones que han evaluado materiales naturales contra este mismo fitopatógeno, como el mucílago de cacao (Ruperty-Parraga et al., 2026; Garcia-Gallirgos et al., 2025). En conjunto, los resultados sustentan continuar evaluando extractos vegetales bajo condiciones controladas y posteriormente validar su comportamiento en condiciones de campo.

5. Conclusiones

C El presente estudio validó el potencial fitoquímico y antifúngico de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.), posicionándola como una alternativa natural prometedora para el manejo de fitopatógenos de alta relevancia agrícola en la Amazonía. La investigación demostró que la eficacia de los extractos está intrínsecamente ligada a la polaridad del solvente de extracción, siendo los extractos acuosos y alcohólicos los más eficaces para recuperar la diversidad de metabolitos secundarios de interés. La caracterización del extracto acuoso reveló una matriz química compleja, con una elevada concentración de sólidos totales (176.46 mg/mL) y un contenido significativo de polifenoles (246.32 mg EAG/100g), cuya presencia abundante fue corroborada por

el tamizaje fitoquímico. Esta sinergia entre los análisis cualitativos y cuantitativos consolida la base químico-analítica que sustenta la actividad biológica observada.

En los ensayos biológicos, se confirmó una actividad inhibitoria dosis-dependiente del extracto acuoso contra los fitopatógenos *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*. El efecto antifúngico máximo se alcanzó con las concentraciones de 75 y 100 mg/mL, las cuales formaron un grupo homogéneo estadísticamente sin diferencias significativas entre sí, sugiriendo un punto de saturación en la actividad biológica. Este hallazgo es de gran relevancia, ya que indica que es posible lograr una inhibición óptima sin necesidad de emplear la máxima concentración, optimizando así el uso del recurso vegetal.

En conjunto, los resultados trascienden la mera validación empírica y sientan las bases científicas para el desarrollo de fitofármacos sostenibles. La capacidad del extracto acuoso de *B. pinnatum* para inhibir el crecimiento de patógenos causantes de moniliasis y pudrición blanda ofrece una oportunidad concreta para diversificar las estrategias de control en la producción cacaotera y frutícola de la región amazónica, contribuyendo a la reducción de la dependencia de agroquímicos sintéticos.

Es necesario recalcar que, para consolidar su aplicación práctica, es imperativo avanzar en futuras líneas de investigación que incluyan el fraccionamiento bioquímico del extracto para aislar e identificar los compuestos responsables de la actividad, así como la realización de ensayos de eficacia en condiciones de campo y estudios de fitotoxicidad. Este enfoque integral permitirá la transición del conocimiento generado en laboratorio hacia una herramienta tecnológica viable para el manejo integrado de cultivos en el trópico.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

“Los autores declaran que no utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración de este manuscrito.”

Referencias Bibliográficas

- Alburquerque Andrade, D., & Gusqui Mata, R. (2018). Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas. *Arnaldoa*, 25(2), 489–498. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25209>
- Alvarenga, A., & Zapata, P. (2025). *Biotecnología para un futuro sostenible y saludable: Libro de resúmenes. Encuentro de Redes de Biotecnología de Argentina*.

- Andrade Yucailla, S. E., Vargas Burgos, J. C., González Rivera, V. H., Romero Herrera, M. E., & Andrade Yucailla, V. C. (2019). Uso de plantas medicinales en comunidades indígenas asentadas en un bosque siempreverde piemontano del cantón Santa Clara, Amazonía ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 8(2), 235–243. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v08n02ep14-0123>
- Benítez-Benítez, R., Sarria-Villa, R. A., Gallo-Corredor, J. A., Pérez Pacheco, N. O., Álvarez Sandoval, J. H., & Giraldo Aristizabal, C. I. (2020). Obtención y rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 15(1), 31–40. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3597>
- Cavadía M., T., Roche M., M., & Romero A., R. (2018). Estimación de la genotoxicidad del río Sinú mediante un bioensayo con *Allium cepa* L. en Montería, Córdoba-Colombia. *BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 16(1), 174–184. <https://doi.org/10.24054/bistua.v16i1.592>
- Celestino Mallqui, K. J., & López Parra, J. C. (2017). *Efecto cicatrizante de un gel a base del extracto etanólico de las hojas de ortiga (Urtica urens L.) y extracto etanólico del mucílago de la sábila (Aloe vera [L.] Burn.) en ratas albinas* [Tesis de grado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio Institucional de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UIGV_bd511d0beaec9f8f0e5cb21a3b215e51
- Chinaza, O., & Chinwaizu, E. (2019). Antibacterial effects of methanol extract of *Bryophyllum pinnatum* L. on methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from urine. *Journal of Advances in Microbiology*, 16(4), 1–11.
- Dahua Gualinga, R. D., Rivera Barreto, J. L., Rodríguez Almeida, N. N., & Sancho Aguilera, D. (2024). Actividad antimicrobiana, antifúngica y tamizaje fitoquímico de *Simira cordifolia*. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(1), 260–282. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/382>
- Duarte Rueda, S., Cárdenas Melgarejo, C. Y., Martínez Morales, J., & Stashenko, E. E. (2007). Estudio de la variación circadiana de los metabolitos secundarios volátiles obtenidos por destilación-extracción con solvente simultánea, de hojas de *Lippia alba* (Fam. Verbenaceae). *Scientia et Technica*, 1(33). <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5795>
- Fajardo Rosabal, L., Viera Tamayo, Y., Rosabal Cordoví, Ú. M., Rodríguez Pérez, S., Guardia Puebla, Y., & Morales Torres, G. (2018). Tamizaje fitoquímico, control de la calidad y actividad antibacteriana del clon UF-650 en extractos de *Theobroma cacao* L. (cacao). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(1), 1–12. <https://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/654>
- García-Gallirgos, V. J., Reasco-Tigua, E. D., Díaz-Sandoya, E., Sabando-Avila, F. A., & Patiño-Uyaguari, J. L. (2025). Agronomía asistida por ImageJ: eficacia del mucílago de cacao contra *Rigodium implexum* y rendimiento. *Revista Científica Ciencia y Método*, 3(4), 96–105. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n4/97>
- Giono-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Morfín-Otero, M. del R., Torres-López, F. J., & Alcántar-Curiel, M. D. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta Médica de México*, 156(2), 172–180. <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>

- González-Ferrer, L. S., Gutiérrez-Gaitén, Y. I., & Rodríguez-Coipel, Y. (2023). Tamizaje fitoquímico y estudio de estabilidad del Viocan 3. *Revista Cubana de Farmacia*, 56(3). <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/696315>
- Infante Betancour, J. A. (2016). *Plantas con flores de la Amazonía colombiana: Riqueza, endemismo y representatividad en la gran región Amazónica*. Universidad Nacional de Colombia. https://redcol.minciencias.gov.co/Record/UNACIONAL2_34e2d8fb0efa1683fd5d97687b3bb643?
- Jaya Roa, K. J., Suarez Aguirre, D. J., Rivera Barreto, J. L., & Rodriguez Almeida, N. N. (2026). Evaluación del potencial antifúngico de extractos de *Mansoa alliacea* frente a hongos fitopatógenos (*Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*) de interés agrícola. *Horizontes Amazónicos*, 2(1), 28. <https://doi.org/10.67321/ysnkgp65>
- Kamboj, A., & Kumar, A. (2009). *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Kurz.: Phytochemical and pharmacological profile: A review. *Pharmacognosy Reviews*, 3(6), 364–374. <https://www.phcogrev.com/sites/default/files/PhcogRev-3-6-364.pdf>
- Lanna, E. G., Santos, A. M. M., Bittencourt, V. C. E., Silva, J. G. da, Sousa, O. V., & Denadai, A. M. L. (2019). Avaliação da atividade antioxidante de frações de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken incorporadas em β -ciclodextrina. *Revista Virtual de Química*, 11(4), 1150–1164. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20190078>
- Másmela-Mendoza, J. E. (2019). Distribución potencial y nicho fundamental de *Moniliophthora* spp. en cacao de América y África. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 659–679. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.35038>
- Mejía-Agudelo, L. A., Marín-Loaiza, J. C., & Marquínez-Casas, X. (2019). Morfoanatomía e histoquímica de *Hypericum juniperinum* (Hypericaceae). *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1160–1169. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i6.36072>
- Monteiro dos Santos, D. D., Paiva Silva, P. W., Aguiar Leão, G. M., Pereira Bastos, E. G., Moreira da Silva, J. F., & Pimenta, R. S. (2022). Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos associados à mirindiba, *Buchenavia tomentosa* (Combretaceae). *Desafios – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*. <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/issue/view/674>
- Oliveira Filho, J. G., Silva, G. C., Egea, M. B., Azeredo, H. M. C., & Ferreira, M. D. (2021). Essential oils as natural fungicides to control *Rhizopus stolonifer*-induced spoilage of strawberries. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(5), 13244–13251. <https://doi.org/10.33263/BRIAC115.1324413251>
- Pérez-Pérez, N. C., Ortiz-Angeles, M., & Porras-Saavedra, J. (2017). Actividad antifúngica de extractos etanólicos de *Schinus molle* sobre *Fusarium* spp. *Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable*, 3, 26–29. https://reingtec.itsoeh.edu.mx/docs/vol3_2017reingtec/004309-IIAL-Porras.pdf
- Pérez-Vicente, L. (2018). *Moniliophthora roreri* H. C. Evans et al. y *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime: Impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y

- manejo. *Revista de Protección Vegetal*, 33(1).
<https://censa.edicionescervantes.com/index.php/RPV/article/view/945>
- Radice, M., Scalvenzi, L., & Gutierrez, D. (2020). Etnofarmacología, bioactividad y fitoquímica de *Maxillaria densa* Lindl. Revisión científica y biocomercio en el Neotrópico. *Colombia Forestal*, 23(2).
<https://doi.org/10.14483/2256201X.15924>
- Rebiai, A., Ben Seghir, B., Hemmami, H., Zeghoud, S., Ben Amor, I., Kouadri, I., & Messaoudi, M. (2022). Quality assessment of medicinal plants via chemometric exploration of quantitative NMR data: A review. *Compounds*, 2(2), 163–181.
<https://doi.org/10.3390/compounds2020012>.
- Rioja Soto, T. C. (2020). Los metabolitos secundarios de las plantas y potencial uso en el manejo de plagas agrícolas en agroecosistemas desérticos. *Idesia (Arica)*, 38(1), 3–4. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000100003>
- Robayo, A. (2025). *Búsqueda de agentes fitosanitarios para el control de enfermedades fúngicas del cultivo del aguacate a partir de hongos endófitos asociados al mismo* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/>
- Rodríguez-Quezada, M. del P., Gamarra-Torres, O. A., & Pérez-Azahuanche, F. R. (2021). Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana de los extractos de seis plantas medicinales usadas en Amazonas. *Medicina Naturista*, 15(1), 32–37.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7747848>
- Ruiz Parrales, Y. G., Crespo Álvarez, S. I., & Flores Arteaga, L. (2020). Manejo técnico de la monilla "*Moniliophthora roreri*" en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el recinto Cuatro Esquinas. *Pertinencia Académica*, 4(5), 347–358.
<https://revistas.utb.edu.ec/index.php/rpa/article/view/2562>
- Ruperty-Parraga, J. E., Ponce-Arévalo, L. D., Rodríguez-Rivera, R. S., Reasco-Tigua, E. D., & Manrique-Piedra, K. X. (2026). Mucílago de cacao como agente antifúngico *in vitro* frente a *Moniliophthora roreri*. *Revista Científica Zambos*, 5(1), 298–317. <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n1/166>
- Simon, S., & Labandera, M. (2023). Resistencia antimicrobiana, una pandemia silenciosa. *Salud Militar*, 42(1), e401.
<https://doi.org/10.35954/SM2023.42.1.5.e401>
- Soto Vásquez, M. R. (2015). Estudio fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de *Piper peltatum* L. y *Piper aduncum* L. procedentes de la región Amazonas. *In Crescendo*, 6(1), 105–116.
<https://doi.org/10.21895/incres.2015.v6n1.04>
- Tirado-Gallego, P. A., Lopera-Álvarez, A., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: Revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417–430. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:517.
- Torres Rodríguez, M. T., & Hernández Perera, N. M. (2009). Determinación toxicológica en aguas de río mediante el empleo de un bioensayo con planta. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 9, 505–509.

https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc5101915f34e4d_Hig.Sanid_Ambient.9.505-509%282009%29.pdf

- Troncozo-Correa, J. B., Rodríguez-Intriago, C. K., Arteaga-Terán, A. G., Pillasagua-León, I. R., & Arechua-Pino, K. F. (2026). Potencial antifúngico de extractos vegetales contra *Puccinia sorghi* en el cultivo de *Zea mays*. *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(2), 17–31. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n2/177>
- Troncozo-Correa, J. B., Rodríguez-Intriago, C. K., Arteaga-Terán, A. G., Pillasagua-León, I. R., & Arechua-Pino, K. F. (2026). Potencial antifúngico de extractos vegetales contra *Puccinia sorghi* en el cultivo de *Zea mays*. *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(2), 17–31. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n2/177>
- Viáfara-Banguera, D., Reyes-Mera, J. J., Paredes-Ulloa, C. O., & Caicedo-Quinche, W. O. (2025). Optimización de la extracción de polifenoles totales en hojas de *Psidium guajava*. *Revista Científica Zambos*, 4(3), 67–79. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n3/131>