



Evaluación del potencial antifúngico de extractos de *Mansoa alliacea* frente a hongos fitopatógenos (*Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*) de interés agrícola.

Evaluation of the antifungal potential of Mansoa alliacea extracts against phytopathogenic fungi (Moniliophthora roreri and Rhizopus stolonifer) of agricultural interest.

Karen Jorleny Jaya Roa  

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Dayana Jeanela Suarez Aguirre  

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Jannys Lizeth Rivera Barreto  

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Nancy Narcisa Rodriguez Almeida  

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Resumen

Los extractos de hojas de *Mansoa alliacea*, obtenidos mediante extracción asistida por ultrasonido, exhiben una potente actividad antifúngica contra *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer* como alternativa sostenible a los fungicidas sintéticos; el tamizaje fitoquímico reveló la presencia de saponinas, flavonoides, taninos y aminoácidos libres, y se observó una clara relación dosis-respuesta: *M. roreri* resultó altamente susceptible, alcanzando inhibición completa (0 mm de crecimiento micelial) a concentraciones de 70–80 mg/mL y reducciones significativas incluso a 15–50 mg/mL, mientras que *R. stolonifer* mostró mayor resistencia, con diámetros de colonia que disminuían progresivamente de 44 mm a 9 mm al aumentar la concentración del extracto de 15 a 80 mg/mL; el análisis ANOVA multifactorial confirmó efectos altamente significativos ($p < 0,001$) de la concentración del extracto, del tipo de hongo y de su interacción, demostrando que *Mansoa alliacea* constituye una fuente prometedora de metabolitos naturales para el desarrollo de biocontroladores agrícolas seguros, eficaces y respetuosos con el medio ambiente.

Palabras clave: Biocontrol; extracto vegetal; *Mansoa alliacea*; *Moniliophthora roreri*; *Rhizopus stolonifer*; dosis-respuesta.



Abstract

Leaf extracts of *Mansoa alliacea*, obtained through ultrasound-assisted extraction, exhibit strong antifungal activity against *Moniliophthora roreri* and *Rhizopus stolonifer* as a sustainable alternative to synthetic fungicides. Phytochemical screening revealed the presence of saponins, flavonoids, tannins, and free amino acids. A clear dose-response relationship was observed: *M. roreri* proved highly susceptible, achieving complete inhibition (0 mm mycelial growth) at 70–80 mg/mL and significant reductions even at 15–50 mg/mL, whereas *R. stolonifer* showed greater resistance, with colony diameters progressively decreasing from 44 mm to 9 mm as extract concentration increased from 15 to 80 mg/mL. Multifactorial ANOVA confirmed highly significant effects ($p < 0.001$) of extract concentration, fungal species, and their interaction, demonstrating that *Mansoa alliacea* represents a promising source of natural metabolites for the development of safe, effective, and environmentally friendly agricultural biocontrol agents.

Key Words: Biocontrol; plant extracts; *Mansoa alliacea*; *Moniliophthora roreri*; *Rhizopus stolonifer*; dose-response

Introducción

En la actualidad, los hongos fitopatógenos representan una de las principales problemáticas para la agricultura mundial (Agrios, 2003); en Ecuador, la incidencia de estos patógenos ha ocasionado graves afectaciones en diversos cultivos, disminuyendo tanto el rendimiento como la calidad de los productos, lo que repercute directamente en su valor comercial (Peralta *et al.*, 2025), sin embargo, por encima del impacto económico, estas enfermedades constituyen una amenaza a la seguridad alimentaria global, pues se estima que reducen hasta un 40% de la producción agrícola mermando la disponibilidad de recursos alimenticios para las poblaciones más vulnerables.

Entre los hongos de mayor relevancia en la región amazónica destacan *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*; el primero es el agente causal de la moniliasis del cacao, enfermedad que provoca necrosis interna y pudrición de los frutos, según lo descrito por Caicedo *et al.*, (2019), solo en el año 2019 en la provincia de Orellana- Ecuador su incidencia fue crítica con pérdidas que oscilaron entre el 30% y el 80% de la producción en ausencia de un manejo adecuado. El segundo, *Rhizopus stolonifer*, se asocia principalmente a la pudrición blanda de productos postcosecha, su alta capacidad de esporulación y rápida propagación en ambientes con humedad media a alta favorece su desarrollo en centros de acopio y almacenamiento, ocasionando pérdidas considerables (Velázquez-Del Valle *et al.*, 2007).

Ante esta situación, la investigación científica se ha orientado hacia la búsqueda de alternativas naturales que reduzcan el impacto ambiental y promuevan sistemas agrícolas más sostenibles. Se estima que existen alrededor de 12 000 compuestos de origen vegetal con capacidad para actuar frente a diversos patógenos (Domingo *et al.*, 2003). En este contexto, *Mansoa alliacea*, conocida comúnmente como ajo sacha, emerge como una especie de interés particular; esta planta trepadora de la familia *Bignoniaceae*, originaria de la Amazonía, ha sido estudiada por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Govas Llamocca *et al.*, 2018).

Mansoa alliacea se distribuye ampliamente en la región amazónica de Ecuador, no se encuentra enlistada bajo ninguna categoría de amenaza en listados regionales, esta característica permitió que el material utilizado en este estudio sea adquirido en una casa comercial, lo que garantiza que la obtención no ejerció presión sobre poblaciones silvestres.

Diversos estudios han documentado que los extractos de *Mansoa alliacea* inhiben el crecimiento micelial, reducen la esporulación y limitan la viabilidad de diferentes fitopatógenos, como *Colletotrichum acutatum* (Sudirga *et al.*, 2019). Dichos efectos se atribuyen a la presencia de metabolitos secundarios, entre ellos fenoles, alcaloides y compuestos organosulfurados, localizados principalmente en hojas y raíces (Walag *et al.*, 2017) además, investigaciones realizadas en la Amazonía han evidenciado halos de



inhibición significativos frente a *Aspergillus niger* en concentraciones del 1% y 1,5% de extracto (Hidalgo Núñez *et al.*, 2018)

La exploración de extractos vegetales como alternativa a los agroquímicos convencionales resulta esencial en el marco de la agricultura sostenible; a diferencia de los productos sintéticos, estas sustancias naturales pueden interferir en procesos clave del desarrollo de los hongos sin generar efectos adversos sobre el ambiente ni la salud humana (Diaz, 2009)

El uso de fungicidas sintéticos para controlarlas se ha puesto en entredicho por el desarrollo de resistencias, la acumulación de residuos tóxicos y los efectos negativos sobre polinizadores, microbiota del suelo y biodiversidad relacionada (Carranza-Patiño *et al.*, 2023), en respuesta los biofungicidas a base de extractos vegetales son una alternativa principal, capaz de incorporarse en agroecosistemas amazónicos disminuyendo la presión sobre la biodiversidad y ayudando a conservar los servicios ecosistémicos.

Por ello este estudio propone evaluar el potencial antifúngico de extractos de *Mansoa alliacea* frente a hongos fitopatógenos de relevancia agrícola, con énfasis en su pertinencia y potencial de aplicación en sistemas productivos, así como en la transición de fungicidas sintéticos, aportando al desarrollo de estrategias de control más seguras y sostenibles.

Metodología

Área de estudio.

La investigación se desarrolló mediante la aplicación de modelos experimentales ejecutados en los laboratorios de química y microbiología de la Universidad Estatal Amazónica, situada en el km 2 ½ vía a Tena provincia de Pastaza ubicada en las siguientes coordenadas, 1°03' y 2°32' latitud sur y 77°04' y 78°52' longitud oeste, los ensayos se realizaron entre marzo y julio de 2025.

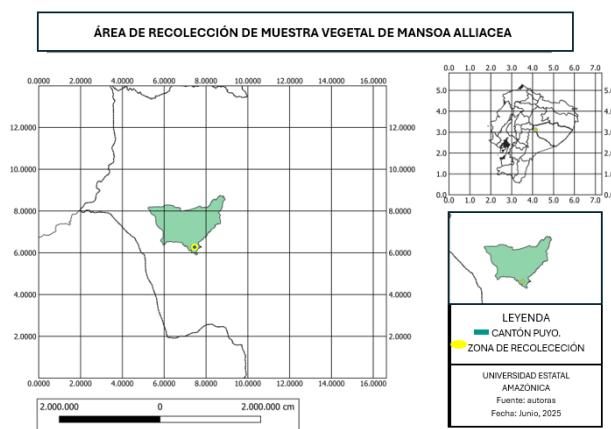
Recolección y preparación de muestras vegetales.



Las muestras vegetales se obtuvieron siguiendo un protocolo establecido por Kumar (2023), realizando la recolección en horas tempranas del día para evitar la degradación de compuestos volátiles presentes en las hojas.

La parte aérea de *Mansoa alliacea* fue recolectada en marzo de 2025 en un predio privado, ubicado en el cantón Puyo provincia de Pastaza, Ecuador; se seleccionaron exclusivamente hojas sanas, descartando aquellas con daño mecánico o síntomas de infección fitopatológica, al tratarse de un recurso cultivado, no se requirió permiso de acceso a recursos genéticos del MAATE.

Figura 1 | Área de Recolección de Muestras.



Leyenda: Ubicación geográfica de la zona de recolección de *Mansoa alliacea* en Ecuador (provincia de Pastaza, cantón Puyo, vía Cumandá–San Jacinto; coordenadas: 1°30'51" S, 77°58'40" W). Recolección realizada en junio.

Para la identificación botánica se contó con la asesoría del Dr. Diego Gutiérrez del Pozo en el Herbario de la Universidad Estatal Amazónica (ECUAMZ) ubicado en el Centro de Experimentación, Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), kilómetro 44 de la vía Puyo-Tena, en el cantón Arosemena Tola de la provincia de Napo.

Se procesaron aproximadamente 2 kg de hojas frescas, que fueron sometidas a secado en una estufa de convección BINDER (modelo ED56, BINDER GmbH, Tuttlingen, Alemania) a 40 °C durante cinco días; misma que culminada la etapa de secado se trituró en un molino Thomas Wiley (modelo 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EE. UU.) hasta obtener un tamaño de partícula homogéneo.



Secado de Mansoa alliacea.

El material seleccionado se sometió a un proceso de preparación que incluyó lavado con agua destilada para remover impurezas y secado controlado en estufa marca BINDER (modelo ED56, BINDER GmbH, Tuttlingen, Alemania) a una temperatura controlada de 40 °C durante 120 h.

Pretratamiento de la muestra y extracción por ultrasonido.

El resultante del proceso de secado fue sometido a trituración en un molino Thomas Willey hasta obtener un polvo homogéneo transitable por un tamiz de 0.5 mm; se pesó 10 gramos del extracto en tres matraces ámbar de 250 mL, se le adicionaron 100 mL de diferentes disolventes, agua destilada polar, éter etílico apolar y etanol como solución intermedia, en función a la metodología estándar de tratamiento de metabolitos con diferente polaridad (Robledo *et al.*, 2024),

La extracción asistida se llevó a cabo en un baño ultrasónico Branson 3800, serie CPXH, expuesto a una frecuencia de 40 Hz y potencia de 110 W, en un periodo de tiempo de 60 minutos a 40°C, en concordancia con la metodología descrito por Pérez-Rodríguez (2019), una vez finalizado el tratamiento los extractos se filtraron con papel Whatman N°1, pesados en la balanza analítica Rad-Wag y almacenados en frascos ámbar a 4°C hasta el análisis.

Tamizaje fitoquímico.

El proceso de tamizaje se realizó bajo la metodología propuesta por Peña (2008), con la finalidad de identificar la presencia de metabolitos secundarios, los resultados de las pruebas independientes se registraron como presencia (+) o ausencia (-) según corresponde.

Identificación de Saponinas

Prueba de espuma

Para la determinación de saponinas de siguió la metodología sugerida por Aguilar (2024), en relación 1:9, se aplicó 1 ml de extracto en 9 ml de agua destilada en un tubo



de ensayo, se agitó durante aproximadamente 15 s y se dejó reposar por un lapso de 10 minutos, la formación de espuma estable >1 cm indica la presencia de saponinas.

Identificación de alcaloides

Para este ensayo se midió 1ml de extracto más dos gotas de reactivo Mayer sumado a 3 gotas de H₂SO₄ 10% cuyo resultado en forma de precipitado cremoso advierte la presencia de alcaloides; 1ml de extracto más cinco gotas de reactivo Dragendorff y 3 gotas de H₂SO₄ 10% cuyo resultado como precipitado en el espectro de color naranja-rojizo indica alcaloides y finalmente 1ml de extracto más 3 gotas de reactivo Wagner y 3 gotas de H₂SO₄ 10% cuyo precipitado marrón indica alcaloides, (Ahmed et al., 2024; Donald et al., 2005)

Determinación de Flavonoides.

Prueba de Shinoda.

La aplicación de la prueba de Shinoda se realizó mediante la adición de 1ml de extracto más 1ml de HCL, sumado a cinta de magnesio y 1mL alcohol amílico, considerándose positiva si se registraba una coloración de matices rojo, morado, rosado o café.

El ensayo realizado para la identificación de flavonoides también consistió en la aplicación del método NaOH al 20%, se midió 1 ml de extracto y se le agregaron 3 gotas NaOH al 20%, las mezclas reposaron, la prueba se registró como positiva dada la presencia de coloración, según lo descrito por Granja-Moreno (2019).

Taninos y compuestos fenólicos.

Con el objeto de indicar la presencia general de fenoles responsables de la actividad antimicrobiana, antioxidante y astringente se aplicaron dos pruebas de detección, la primera, mediante la adición de reactivo de FeCl₃ al 1% en 1 mL de extracto, pretendiendo obtener dos parámetros de valoración tintura verde compuestos peracéticos o tintura azul compuestos derivados del ácido gálico.



De esta misma forma se aplicó la segunda prueba de detección mediante la agregación de reactivo de Acetato de Plomo al 10% en 1 ml de extracto más 5 gotas de (PB (CH₃COO)₂ al 10% respuesta- precipitado blanco.

Aminoácidos y azúcares reductores.

Aminoácidos:

Para la determinación de aminoácidos presentes se llevó a cabo pruebas cualitativas con Ninhidrina detectando aminoácidos péptidos y proteínas en la muestra, la prueba se ejecutó mediante una solución con 1ml de extracto más 1,5 ml de Ninhidrina al 2% llevadas a baño María hasta obtener un producto para evaluar el denominado púrpura de Ruhemann.

Azúcares reductores:

Por su parte la evaluación de azúcares reductores se ejecutó con reactivo Fehling A y B (1ml de cada reactivo) más 1ml de extracto llevados a baño María hasta la obtención de coloraciones de etiqueta (rojizas), en función a la metodología expresada por (Cobos *et al.*, 2017; Perez and González, 2024)

Los resultados obtenidos de las pruebas a las que los extractos fueron sometidos se desglosaron bajo la terminología de presencia (+) ausencia (-).

Extracción por agotamiento.

Se pesaron 20 g de hojas secas en dos matraces de 1L, se añadió 700 mL de agua destilada en cada uno de los recipientes, la mezcla fue sometida a una extracción por ultrasonido en un equipo de marca Branson modelo B1014, por 60 minutos expuestas a un calor constante de 40°C, en seguimiento a lo recomendable según Malpica-Acosta (2024), una vez obtenidos estos extractos se llevó a cabo el proceso de filtración el proceso de extracción se lo realizó hasta la obtención de un volumen total de 2 galones.

La concentración del extracto acuoso se realizó mediante el uso de una rota evaporadora marca Yamato modelo, BM100 a 40°C durante un lapso de 9 horas obteniendo un volumen final de 200ml.



Determinación de sólidos totales.

Se dispuso la colocación de cápsula de porcelanato en la cámara de secado a 105°C durante al menos 2 horas, una vez que el concentrado obtuvo la temperatura deseada fue desecada por 15 minutos adicionales registrando el peso vacío; se añadió 5ml del extracto concentrado a cada cápsula y el proceso de secado se repitió a la misma temperatura con una hora de variación, al finalizar el proceso de enfriamiento se pesaron las capsulas con el residuo seco, el peso del sólido, se determinó mediante el método gravimétrico en función a lo descrito por Bolchini (2025).

$$C[\text{mg/mL}] = \frac{1000((W_{\text{c}}+M_{\text{s}}) - W_{\text{ov}})}{V}$$

Donde:

C = concentración de la muestra (mg/mL)

W_c+M_s = peso del contenedor con la muestra

W_{ov} = peso del contenedor vacío

V = volumen del disolvente

Los resultados se expresaron como media ± desviación estándar.

Diseño experimental.

Para el diseño experimental se usó el programa STATGRAPHICS CENTURION XIX aplicando ANOVA multifactorial de dos factores, la concentración del extracto vegetal y tipo de hongo fitopatógeno con una variable de respuesta, se verificaron los supuestos estadísticos: normalidad Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas Levene. Los datos de inhibición fueron transformados mediante arcoseno para estabilizar varianzas; posteriormente, las comparaciones múltiples se realizaron mediante la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$).

Cada tratamiento se realizó con tres réplicas biológicas independientes ($n = 30$ placas en total), las placas se dispusieron en incubadora bajo esquema de aleatorización



completa, sin bloqueos temporales, la variable de respuesta fue el diámetro de crecimiento micelar (mm) registrado a las 72 h de incubación.

Tabla 1 | Diseño experimental arrojados por STATGRAPHICS CENTURION.

FACTOR A	FACTOR B
Concentración E. Vegetal	Hongo Fitopatógeno
mg/ml	
80	<i>Moniliophthora roreri</i>
70	<i>Moniliophthora roreri</i>
50	<i>Moniliophthora roreri</i>
25	<i>Moniliophthora roreri</i>
15	<i>Moniliophthora roreri</i>
80	<i>Rhizopus stolonifer</i>
70	<i>Rhizopus stolonifer</i>
50	<i>Rhizopus stolonifer</i>
25	<i>Rhizopus stolonifer</i>
15	<i>Rhizopus stolonifer</i>

Leyenda: Relación entre la concentración del extracto vegetal (Factor A) y el tipo de hongo fitopatógeno (Factor B).

Preparación de extractos vegetales.

El análisis se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de extracto, sobre el potencial de crecimiento de los hongos *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*, utilizando la metodología adaptada de los estudios de (Aneja, 2003) y (Trivedi et al., 2010); en este sentido, se usó una muestra de extracto con $102 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ de sólidos totales, a partir del cual se calcularon los volúmenes necesarios para llegar a las concentraciones descritas en la **Tabla 1** para la preparación de 20ml de medio por placa, teniendo en cuenta la fórmula de volúmenes de extracto.



$$V \text{ extracto} = \frac{C \text{ esperada} \times V \text{ total}}{C \text{ stock}}$$

$$V \text{ agua} = 20 \text{ mL} - V \text{ extracto}$$

donde V total corresponde a 20 mL por placa.

Ensayo antifúngico in vitro.

Se evaluó la actividad antifúngica frente a hongos fitopatógenos *Moniliophthora roreri* ATCC 42952 y *Rhizopus stolonifer* ATCC 6227a cepas que están conservadas en el laboratorio de microbiología de la universidad estatal amazónica mediante el método de incorporación en medio (Khadap *et al.*, 2024).

Se prepararon disoluciones del extracto y se incorporaron a PDA estéril en etapa de enfriamiento a 45°C previo a solidificación, cada placa fue inoculada con un disco de 5mm de micelio activo incubado a 25°C, se establecieron tres controles experimentales: un control negativo, constituido por PDA sin extracto; un control positivo, consistente en PDA envenenado con nistatina (100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, Sigma-Aldrich) como antifúngico de referencia; y un control de solvente, conformado por placas a las que se adicionaron volúmenes equivalentes de etanol y éter empleados en las preparaciones, con el fin de descartar posibles efectos inhibitorios atribuibles al vehículo. El medio PDA fue inoculado con discos de 5 mm de micelio activo y se incubó en oscuridad a 25 ± 2 °C y $75 \pm 5\%$ de humedad relativa en incubadora Binder. El crecimiento radial micelial se midió cada 24 h hasta completar 72 h de incubación, el porcentaje de inhibición se calculó con la fórmula propuesta por Vincent (1947)

$$\%I = \frac{C - T}{C} \times 100$$

Donde:

%I = porcentaje de inhibición

C = crecimiento radial en control

T = crecimiento radial con tratamiento

En paralelo se evaluó la germinación y formación de esporas en portaobjetos tratados y sin tratar observados cada 24 horas.

Resultados y Discusión

Tabla 2 | Resultado de la identificación de metabolitos secundarios en función a las soluciones diferenciadas, acuoso, alcohólico y etéreo de *Mansoa alliacea*.

<i>Mansoa alliacea sp.</i>		Extracto acuoso	Extracto alcohólico	Extracto etéreo
Ensayos	Metabolitos	Resultado		
Saponinas	Triterpenoide o esteroidales	+	+++	-
Mayer	Alcaloides	+	-	-
Dragendorff	Alcaloides	+	-	-
Wagner	Alcaloides	+	-	-
Reacción con NAOH 20%	Flavonoides	-	+	+
Cloruro Férrico	Taninos	+	+	-
Acetato de Plomo 10%	Taninos	++	+	-
Ninhydrina	Aminoácidos libres o aminas	+++	+++	-
Fehling	Azúcares Reductores	-	-	-

Leyenda: Resultado del tamizaje fitoquímico por duplicado del extracto de *Mansoa alliacea*; con los índices de evaluación presencia baja (+), Presencia media (++) Presencia alta (+++), Ausencia (-).

El perfil fitoquímico por duplicado de los extractos de *Mansoa alliacea* indicó una correlación representativa entre la presencia de metabolitos secundarios específicos y la respuesta de inhibición del crecimiento de hongos fitopatógenos; el análisis cualitativo posicionó al extracto acuoso como de mayor concentración de compuestos bioactivos, mostrando una remarcable reactividad para aminoácidos libres (+++); seguida de una presencia moderada de taninos (++) y flavonoides (+) (**Tabla 2**), estos metabolitos son reconocidos por su rol en la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos en función a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Coyago-Cruz *et al.*, 2025); en función a lo mencionado por Kumari (2024) la notable eficacia del extracto acuoso, independientemente de su polaridad, expone la relevancia biocida de los metabolitos hidrosolubles, corrobora que los taninos hidrosolubles extraídos por el medio acuoso muestran una superioridad en cuanto a la actividad antifúngica, en contraste con los solventes mencionados, en especial el extracto etéreo, que por su característica apolar no favorece la solubilización de compuestos hidrofílicos como los taninos y flavonoides, no se evidenció la presencia de estos metabolitos secundarios en las pruebas de tamizaje fitoquímico.

Por su parte, el extracto alcohólico exhibió una concentración elevada de saponinas [+++] (**Tabla 2**), compuestos glucosilados cuya actividad antifúngica se atribuye principalmente a su composición anfipática (Sakna *et al.*, 2023); en contraste, el extracto etéreo no mostró resultados relevantes en la detección de metabolitos; en conjunto, estos hallazgos indican que la presencia de saponinas, flavonoides, taninos y aminoácidos en los extractos acuoso y alcohólico de *Mansoa alliacea* probablemente deriva de su capacidad para inhibir el desarrollo de hongos fitopatógenos, posicionando a esta especie como una alternativa prometedora para el control biológico de enfermedades agrícolas (Rodríguez *et al.*, 2000).

Cabe mencionar que, en este estudio, los resultados de la prueba de Fehling indicaron ausencia de azúcares reductores en los extractos evaluados.

Tabla 3 | Resultados obtenidos del crecimiento micelar de los hongos fitopatógenos.

Concentración E. Vegetal mg/ml	Hongo Fitopatógeno	Diámetro de crecimiento mm	Porcentaje de inhibición (%)
80	<i>Moniliophthora roreri</i>	0,0 ± 0,00 _a	100±0,00 _a
70	<i>Moniliophthora roreri</i>	0,0 ± 0,00 _a	100±0,00 _a
50	<i>Moniliophthora roreri</i>	7,3 ± 0,04 _b	91,88±0,04 _b
25	<i>Moniliophthora roreri</i>	11,6 ± 0,03 _c	87,11±0,03 _c
15	<i>Moniliophthora roreri</i>	16,6 ± 0,05 _d	81,55±0,05 _d
80	<i>Rhizopus stolonifer</i>	9,0 ± 0,05 _d	90±0,05 _d
70	<i>Rhizopus stolonifer</i>	13,6± 0,04 _b	84,88±0,04 _b
50	<i>Rhizopus stolonifer</i>	20± 0,05 _d	77,77±0,05 _d
25	<i>Rhizopus stolonifer</i>	26,3± 0,03 _c	70,77±0,03 _c
15	<i>Rhizopus stolonifer</i>	44± 0,03 _c	51,11±0,03 _c
Control + (Nistatina 10000UL)	<i>Moniliophthora roreri</i>	0±0,00 _a	100±0,00 _a

Control + (Nistatina 10000UL)	<i>Rhizopus stolonifer</i>	0±0,00 _a	100±0,00 _a
Control - PDA (sin envenenar)	<i>Moniliophthora roreri</i>	90±0,00 _a	0±0,00 _a
Control - (sin envenenar)	<i>Rhizopus stolonifer</i>	90±0,00 _a	0±0,00 _a

Leyenda: Diámetro de crecimiento micelial (mm ± DE) tras 5 días de incubación; y cálculo de porcentaje de inhibición (% ± DE)

La tabla muestra los resultados de la evaluación del potencial antifúngico de los extractos de *Mansoa alliacea* frente a dos hongos fitopatógenos de importancia agrícola a los 5 días de incubación: *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer* (**Tabla 3**), evaluando el efecto de diferentes concentraciones del extracto sobre el diámetro de crecimiento de las colonias; los resultados sugieren que para *Moniliophthora roreri*, las concentraciones más altas en rangos de entre 80 y 70 mg/ml inhiben completamente el crecimiento fúngico, obteniendo un diámetro de 0 mm, lo que demuestra un efecto antifúngico total.

Estos resultados indican de acuerdo con lo estudiado por Bleackley (2017) que la significativa actividad inhibitoria se puede atribuir a una acción sinérgica o aditiva entre los diversos grupos de metabolitos descritos, el autor enfatiza en que la presencia de taninos, flavonoides y saponinas se considera un mecanismo de acción integral.

Esto se complementa con lo analizado por Hosee (2025), que menciona que las saponinas constituyen un grupo primario que actúa como desestabilizador de las membranas celulares mientras que los otros compuestos como alcaloides, taninos, aminoácidos y flavonoides atacan sistemas enzimáticos esenciales y procesos redox intracelulares, lo que sugiere que la presencia de los compuestos obtenidos en el tamizaje fitoquímico (**Tabla 2**) casi siempre se dan en bloque.

Esta actividad también garantiza la reducción de oportunidades para los patógenos de desarrollar resistencia, lo que según Rongai (2015) otorga una ventaja significativa sobre los antifúngicos sintéticos de modo de acción único.

A medida que la concentración disminuye, la inhibición se reduce progresivamente: a 50 mg/ml el crecimiento alcanza 7,3 mm, a 25 mg/ml aumenta a 11,6 mm y con la menor concentración de 15 mg/ml el crecimiento llega a 16,6 mm, mostrando una correlación directa entre la dosis del extracto y la efectividad antifúngica, por su parte, *Rhizopus stolonifer*, indica paralelamente una inhibición significativa, aunque menor que en *Moniliophthora roreri*; a 80 mg/ml, el diámetro de crecimiento es de 9 mm, a 70 mg/ml es de 13,6 mm, a 50 mg/ml aumenta a 20 mm, con 25 mg/ml llega a 26,3 mm y en la concentración más baja de 15 mg/ml el crecimiento alcanza 44 mm, casi sin inhibición.

Estos resultados indican que el extracto de *Mansoa alliacea* tiene un alto potencial antifúngico, siendo más eficaz contra *Moniliophthora roreri* que contra *Rhizopus stolonifer*, y que la efectividad está directamente relacionada con la concentración utilizada. En concordancia con lo descrito por Chacón et al (2021) en cuyo ensayo de alimentos envenenados, se observó que las concentraciones más altas del aceite esencial incrementaron significativamente la inhibición del crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum* y *Fusarium equiseti*, confirmando que el porcentaje de inhibición depende de la concentración utilizada.

Estos datos a su vez se alinean con lo descrito por Pérez (2002) que menciona que la actividad antifúngica de los extractos de *Mansoa Alliacea* se respaldan por las propiedades biocidas propias de algunos metabolitos secundarios presentes en esta especie, la marcada inhibición del crecimiento del micelio exhibió una dependencia directamente proporcional con la concentración del extracto tal y como menciona dos Reis Venturoso (2011), este fenómeno de respuesta es característico de los agentes antifúngicos botánicos; este comportamiento denominado dosis-respuesta es considerado como una parte diferencial de los compuestos bioactivos propios de materia vegetal.

En concordancia con Akullo (2023) esta particular característica concede eficacia a la inhibición, este comportamiento sugiere que la acción no es meramente física, sino que implica una interacción bioquímica específica y saturable entre los metabolitos activos y las dianas celulares en los hongos.

Tabla 4 | Análisis de varianza ANOVA

Fuente	Suma	De	Gl	Cuadrado	Razón-F	Valor-
	Cuadrados			Medio		P
Efectos Principales						
Concentración E.	2578,47		4	644,617	666,84	0,0000
Vegetal						
Hongo Fitopatógeno	1794,13		1	1794,13	1856,00	0,0000
Interacciones						
Ab	291,533		4	72,8833	75,40	0,0000
Residuos	19,3333		20	0,966667		
Total (Corregido)	4683,47		29			

Leyenda: ANOVA de dos factores con interacción para la variable de respuesta: diámetro de crecimiento micelar

La tabla 4 muestra los parámetros del análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar el efecto de los extractos de *Mansoa alliacea* sobre el crecimiento de los hongos fitopatógenos *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer*; los resultados indican que tanto la concentración del extracto vegetal como el tipo de hongo fitopatógeno tienen efectos altamente significativos en la inhibición del crecimiento, ya que los valores de p para ambos factores son 0,0000, muy inferiores al nivel de significancia habitual p < 0,05, este umbral inferior indica que la probabilidad de que los resultados observados se deban únicamente al azar son incluso menores al parámetro de control porcentual 5%, por lo que la hipótesis nula se rechaza y el modelo cumple con las características de robustez necesarias (Rodríguez et al., 2000)

Para el factor A: concentración del extracto vegetal, la razón-F es de 666,84, lo que evidencia que el aumento en la concentración genera un efecto directo y altamente significativo, sobre la reducción del diámetro de crecimiento de los hongos; por su parte el factor B: tipo de hongo fitopatógeno, la razón-F de 1856,00 demuestra que existe una diferencia estadísticamente importante en la respuesta de los dos hongos al tratamiento, siendo *Moniliophthora roreri* más sensible que *Rhizopus stolonifer*, como se



observó en la **tabla 3** de inhibición. Además, la interacción entre ambos factores (AB) también resulta significativa, con un valor de $p = 0,0000$ y una razón-F de 75,40, lo que indica que el efecto inhibitorio del extracto depende de la combinación entre la concentración utilizada y el tipo de hongo evaluado. Esto confirma que la eficacia antifúngica de *Mansoa alliacea* es dosis-dependiente y que su impacto varía según la especie fúngica, siendo más efectivo frente a *Moniliophthora roreri* en concentraciones altas.

Con el propósito de identificar diferencias específicas entre las concentraciones evaluadas, se aplicó la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$); los resultados de las comparaciones múltiples se presentan en las **Tablas 5, 6 y 7**, que detallan las medias de crecimiento obtenidas para cada concentración, los grupos homogéneos formados y los contrastes estadísticos entre tratamientos.

Tabla 5 | Comparaciones múltiples de LSD para el diámetro de crecimiento por concentración del extracto vegetal.

Concentración E. vegetal (mg/mL)	Casos	Media ± DE (mm)	Sigma LS
80	6	4,5 ± 0,40	0,401
70	6	6,83 ± 0,40	0,401
50	6	13,66 ± 0,40	0,401
		0,40	
25	6	19,0 ± 0,40	0,401
15	6	30,33 ± 0,40	0,401
		0,40	

Leyenda: Medias del diámetro de crecimiento micelar (mm ± DE) obtenidas a partir de la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$).

Tabla 6 | Grupos homogéneos de LSD para las concentraciones evaluadas.

Concentración vegetal (mg/mL)	E.	Grupo homogéneo
80		A
70		B
50		C
25		D
15		E

Leyenda: Grupos homogéneos definidos por la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$).**Tabla 7 |** Contrastes múltiples de LSD para las concentraciones evaluadas.

Contraste	Diferencia	± Límite	Significancia
15 - 25	11,33	1,18	*
15 - 50	16,66	1,18	*
15 - 70	23,5	1,18	*
15 - 80	25,83	1,18	*
25 - 50	5,33	1,18	*
25 - 70	12,16	1,18	*
25 - 80	14,5	1,18	*
50 - 70	6,83	1,18	*
50 - 80	9,16	1,18	*
70 - 80	2,33	1,18	*

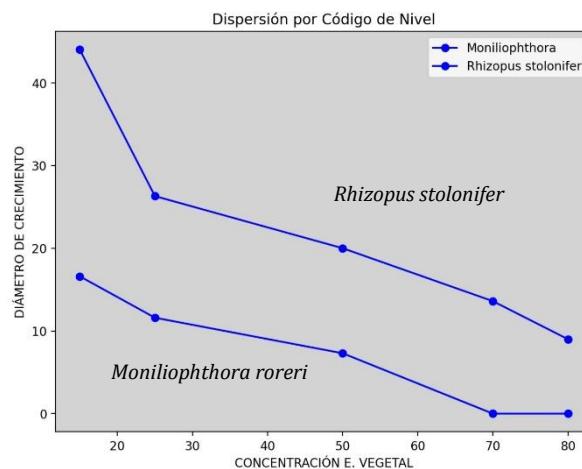
Leyenda: Contrastes entre concentraciones del extracto. “*” indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

El análisis de comparaciones múltiples mediante la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$) mostró diferencias significativas entre todas las concentraciones evaluadas (Tablas 5, 6 y 7). El tratamiento con 80 mg/mL presentó el menor diámetro de crecimiento ($4,5 \pm 0,40$ mm), clasificándose en el grupo A, mientras que la concentración de 15 mg/mL alcanzó el mayor crecimiento ($30,3 \pm 0,40$ mm), agrupada en la categoría E. Este comportamiento confirma que la inhibición del hongo es dependiente de la concentración del extracto vegetal, con un efecto dosis–respuesta claramente definida.

La aplicación de la prueba post-hoc de LSD ($p < 0,05$) permitió confirmar diferencias significativas entre todas las concentraciones evaluadas, evidenciando con claridad un efecto dosis-respuesta en la inhibición del crecimiento micelial, a pesar de que la literatura referenciada durante el desarrollo de la investigación se respalda con modelos estadísticos diferentes, los patrones descritos coinciden con los hallazgos; Sudirga, et al., (2019) demostró que extractos foliares de *Mansoa alliacea* inhibieron completamente a *Colletotrichum acutatum* en dosis altas, mientras que concentraciones menores produjeron reducciones parciales, de manera similar, Chacón et al., (2021) documentó que las concentraciones más elevadas de aceite esencial de *Piper auritum* incrementaron significativamente la inhibición de *Fusarium oxysporum* y *Fusarium equiseti*, confirmando que la eficacia antifúngica depende de la dosis aplicada.

Los resultados obtenidos en las **Tablas 5, 6 y 7** evidencian que la inhibición del crecimiento micelial es dependiente de la concentración del extracto vegetal, observándose un patrón claro de respuesta dosis-dependiente, la **Figura 2** muestra el análisis de dispersión de las concentraciones evaluadas.

Figura 2 | Análisis de dispersión



Leyenda: Dispersión del diámetro de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* y *Rhizopus stolonifer* en función de la concentración del extracto.

El análisis de dispersión reveló que el aumento en la concentración del extracto de *Mansoa alliacea* (mg/mL) se asoció con una reducción progresiva en el diámetro de crecimiento de los hongos fitopatógenos evaluados (mm). A bajas concentraciones (15–25 mg/mL), se observaron diámetros superiores a 20 mm, mientras que a partir de 50



mg/ml se evidenció una disminución significativa ($p < 0.05$). En concentraciones más altas (70–80 mg/ml), se registró una inhibición casi total del crecimiento. Estos resultados se alinean con lo descrito por Sudirga et al, (2019), su estudio revela que el extracto crudo de *Mansoa alliacea* tiene una fuerte actividad antifúngica contra *Colletotrichum acutatum*. La concentración mínima inhibitoria (CMI) fue de 0.7% (p/v), y el extracto logró reducir significativamente el crecimiento radial de la colonia, la formación y germinación de esporas, así como la biomasa fúngica; los porcentajes de inhibición fueron bastante altos, alcanzando hasta 81.11% en crecimiento radial, 100% en esporas, y 91.86% en biomasa, demostrando su potencial como un agente natural efectivo contra esta plaga del pimiento.

Al comparar entre especies, *Moniliophthora roreri* mostró la mayor sensibilidad, alcanzando inhibiciones cercanas al 100% en las concentraciones más elevadas. En contraste, *Rhizopus stolonifer* presentó menor susceptibilidad, manteniendo diámetros de crecimiento residuales incluso a 80 mg/ml. Estos hallazgos confirman un efecto antifúngico dosis-dependiente del extracto, con eficacia diferencial según el hongo evaluado

Los resultados de este estudio revelan que los extractos de *Mansoa alliacea* poseen efecto antifúngico dependiente de la concentración, siendo *Moniliophthora roreri* más susceptible que *Rhizopus stolonifer*; la inhibición total del crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* se logró entre 70-80 mg/mL, concentración que corresponde a la CMI para este fitopatógeno; por el contrario, *Rhizopus stolonifer* presentó crecimiento residual incluso a la máxima concentración evaluada (80 mg/mL), lo que sugiere que su CFM es superior a esta; esta respuesta diferencial coincide con lo informado para otras especies de Bignoniaceae en seguimiento a lo analizado por (Apud et al., 2020) , en cuya investigación se evidenció que el efecto antifúngico es dependiente de la especie fúngica diana, lo que puede atribuirse a diferencias en la composición de la pared celular y membranas.

La actividad antifúngica hallada podría deberse a la acción sinérgica de metabolitos identificados en el análisis fitoquímico, como las saponinas, agentes membranolíticos que alteran la membrana celular fúngica al interactuar con esteroles, aumentando su



permeabilidad y causando lisis celular (Jiang *et al.*, 2024), además de acuerdo con Muni Raja *et al.*, (2021) los taninos, que se unen a proteínas y enzimas esenciales, combustionado iones metálicos e interrumpiendo procesos metabólicos.

Por su parte, los flavonoides inhiben el crecimiento fúngico a través de diversos mecanismos, como intercalación en membranas, inhibición bioquímica y alteración de la cadena de transporte de electrones (Aboody *et al.*, 2020) de manera resumida, la presencia de estas clases de compuestos en conjunto sugiere un efecto sinérgico, una propiedad beneficiosa de los antifúngicos vegetales, ya que al tener múltiples blancos es menos probable que generen resistencia en comparación con fungicidas de sitio único.

Conclusiones

El extracto de *Mansoa alliacea* mostró una actividad antifúngica destacada frente a los hongos fitopatógenos evaluados, evidenciándose una relación clara de dependencia con la concentración. A medida que la dosis del extracto se incrementó, también lo hizo el nivel de inhibición, lo que confirma un efecto dosis-respuesta sobre el crecimiento micelial.

En el caso de *Moniliophthora roreri*, se observó la mayor susceptibilidad, ya que ciertas concentraciones del extracto lograron una inhibición total del crecimiento, con halos de 0 mm. Incluso a bajas concentraciones, la actividad antifúngica se mantuvo significativa, lo que demuestra la consistencia del efecto inhibitorio. Por el contrario, *Rhizopus stolonifer* presentó una mayor resistencia, requiriendo dosis más elevadas para alcanzar inhibiciones considerables; sin embargo, la tendencia dosis-dependiente se mantuvo, lo que reafirma la eficacia general del extracto.

La potente actividad antifúngica registrada puede atribuirse a la presencia de metabolitos secundarios bioactivos en *Mansoa alliacea*, entre los que destacan saponinas, flavonoides, taninos y aminoácidos libres. Estos compuestos, identificados mediante el perfil fitoquímico, son conocidos por su capacidad de interferir en los procesos de crecimiento y desarrollo fúngico, lo que explicaría los resultados obtenidos.



En conjunto, estos hallazgos posicionan a *Mansoa alliacea* como una fuente prometedora de compuestos naturales con potencial aplicación en el diseño de biocontroladores para el manejo sostenible de enfermedades fúngicas en la agricultura, contribuyendo a la búsqueda de alternativas ecológicas a los fungicidas sintéticos.

No obstante, los hallazgos de este estudio deben interpretarse considerando sus limitaciones inherentes. La investigación se circunscribió a dos cepas de referencia bajo condiciones de laboratorio controladas, donde la homogeneidad del medio de cultivo, la temperatura y la humedad permanecen estables; sin embargo, en escenarios agrícolas reales, factores bióticos y abióticos, como la interacción con otros microorganismos, la variabilidad climática y la disponibilidad de nutrientes, pueden modificar la eficacia antifúngica del extracto.

La ausencia de validaciones en microcosmos, invernadero o campo, así como de pruebas de toxicidad sobre organismos no blanco, limita una evaluación integral del perfil de seguridad y del verdadero potencial del extracto como biocontrolador, por esta razón, aunque el ANOVA multifactorial y la prueba post-hoc de LSD refuerzan la validez de las diferencias observadas en condiciones controladas, la extrapolación de estos resultados a campo requiere validación adicional mediante estudios complementarios *in situ*.

Para transitar del descubrimiento a la aplicación, futuras investigaciones deben priorizar una caracterización química más profunda, se recomienda implementar un protocolo de biofraccionamiento guiado por actividad antifúngica, utilizando técnicas analíticas avanzadas como LC-MS/MS o GC-MS, para aislar e identificar inequívocamente los principios activos responsables del efecto observado, de esta misma manera, es crucial evaluar la estabilidad de los metabolitos frente a la radiación UV, variaciones de pH y temperatura, ya que su degradación podría comprometer la eficacia en campo.

La evaluación de fitotoxicidad en cultivos objetivo es un requisito indispensable para descartar efectos fitodepresores, en este mismo sentido, los ensayos de toxicidad aguda y crónica sobre organismos no blanco son fundamentales para garantizar la sostenibilidad ambiental del producto, la validación de la eficacia en condiciones de campo controladas, junto con un análisis costo-beneficio que compare su desempeño y rentabilidad frente a fungicidas sintéticos convencionales, será determinante para



establecer la viabilidad real de estos extractos dentro de estrategias de manejo integrado.

Agradecimientos

Reconocimiento a instituciones, proyectos o personas que apoyaron la elaboración del manuscrito.

Declaraciones

Indicar aspectos éticos, conflictos de interés, financiamiento recibido y uso de herramientas como inteligencia artificial, cuando aplique.

Referencias

- Aboody, M.S. Al and Mickymaray, S. (2020) "Anti-Fungal Efficacy and Mechanisms of Flavonoids," *Antibiotics*, 9(2), p. 45. Available at: <https://doi.org/10.3390/ANTIBIOTICS9020045>.
- Agrios, G.N. (2003) "DISEASES | Plant Pathology, Principles," *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, pp. 203–212. Available at: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227050-9/00143-5>.
- Aguilar, J. (2024) "Contenido de saponinas totales en diez variedades de *Chenopodium quinoa*," Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga Facultad De Ciencias De La Salud Escuela Profesional De Farmacia Y Bioquímica, 1, pp. 1–96.
- Akullo, J.O. et al. (2023) "Phytochemical profile and antioxidant activity of various solvent extracts of two varieties of ginger and garlic," *Helixon*, 9(8), p. e18806. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.HELION.2023.E18806>.
- Apud, G.R. et al. (2020) "Antifungal activity of Bignoniaceae plants on *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus niger*," *Natural product research*, 34(18), pp. 2656–2659. Available at: <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1548453>.
- Bleackley, M. et al. (2017) "Synergistic Activity between Two Antifungal Proteins, the Plant Defensin NaD1 and the Bovine Pancreatic Trypsin Inhibitor," *mSphere*, 2(5), pp. e00390-17. Available at: <https://doi.org/10.1128/MSPHERE.00390-17>.



Bolchini, S. et al. (2025) "Assessing antioxidant properties of Maillard reaction products: methods and potential applications as food preservatives," European Food Research and Technology [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/S00217-025-04770-6>.

Caicedo, C. and Díaz, A. (2019) "Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la," in. La Joya de los Sachas, Ecuador, pp. 1–60. Available at: 978-9942-38-269-6 (Accessed: June 29, 2025).

Carranza-Patiño, M. et al. (2023) "Uso de los pesticidas y su efecto en el cultivo de Zea mays: Una revisión de la literatura," Código Científico Revista de Investigación, 4(E2), pp. 1258–1286. Available at: <https://doi.org/10.55813/GAEA/CCRI/V4/NE2/219>.

Chacón, C. et al. (2021) "In Vitro Antifungal Activity and Chemical Composition of Piper auritum Kunth Essential Oil against Fusarium oxysporum and Fusarium equiseti," Agronomy 2021, Vol. 11, Page 1098, 11(6), p. 1098. Available at: <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11061098>.

Cobos, D. et al. (2017) "¿Es posible determinar azúcares reductores en vinos por el método Fehling Causse Bonnans, sin utilizar acetato neutro de plomo?," Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 49(1), pp. 197–204. Available at: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652017000100018&lng=es&nrm=iso&tlang=es (Accessed: August 17, 2025).

Coyago-Cruz, E. et al. (2025) "Bioactive Compounds, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of Seeds and Mucilage of Non-Traditional Cocoas," Antioxidants 2025, Vol. 14, Page 299, 14(3), p. 299. Available at: <https://doi.org/10.3390/ANTIOX14030299>.

Díaz, N. (2009) "Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos," Revista de Estudios Transdisciplinarios, 1, pp. 33–55. Available at: <https://www.redalyc.org/pdf/1792/179214945004.pdf> (Accessed: June 29, 2025).

Domingo, D. and López-Brea, M. (2003) Revisión Plantas con acción antimicrobiana, Diciembre. Prous Science, S.A.-Sociedad Española de Quimioterapia.

Govas Llamocca, J.E. et al. (2018) "Esteroles presentes en el extracto apolar de las raíces de ajo sacha Mansoa alliacea," Revista de la Sociedad Química del Perú, 84(4), pp. 513–521. Available at: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2018000400011&lng=es&nrm=iso&tlang=es (Accessed: June 18, 2025).

Granja Moreno, S.C. (2019) "Síntesis de nanopartículas de plata utilizando como agente reductor los flavonoides, polifenoles y azúcares reductores presentes en el extracto acuoso de las hojas de



Baccharis latifolia (Chilca)," PUCE - Quito. Available at: <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/20906> (Accessed: August 17, 2025).

Hidalgo Núñez, D.R. and Chafla, L. (2018) "Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana del ajo sacha Mansoa ALLIACEA (IAM) A. H. GENTRY y su uso potencial en la conservación de la carne de pollo." Available at: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1062> (Accessed: June 29, 2025).

Hosee, Y., Farhan, M. and Shaban, S. (2025) "The Potential of Medicinal Plants in Antifungal Drug Development: Mechanisms, Synergies, and Future Directions," *Journal of Mycology and Infection*, 30(1), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.17966/JMI.2025.30.1.1>.

Jiang, M. et al. (2024) "Recent advances in the anti-tumor activities of saponins through cholesterol regulation," *Frontiers in Pharmacology*, 15, p. 1469392. Available at: <https://doi.org/10.3389/FPHAR.2024.1469392/FULL>.

Khadap, G.G. et al. (2024) "In vitro efficacy of fungicides, bio-agents and phyto-extracts against *Colletotrichum truncatum*," *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, pp. 29–33. Available at: <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i12Sa.3063>.

Kumar, A. et al. (2023) "Major Phytochemicals: Recent Advances in Health Benefits and Extraction Method," *Molecules*. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules28020887>.

Kumari, K. et al. (2024) "Influence of Solvent Polarity on Phytochemicals, Antioxidants, and Antimicrobial Properties of *Delphinium denudatum*: A Medicinal Herb from Sainj Valley, Himachal Pradesh, India," *Bioactivities*, 2(1), pp. 30–40. Available at: <https://doi.org/10.47352/BIOACTIVITIES.2963-654X.214>.

Malpica-Acosta, S.B. et al. (2024) "Efecto de tres métodos de extracción en el rendimiento, actividad antioxidante, fenoles totales y estabilidad de extractos de hojas de *Plectranthus amboinicus*," *CienciaUAT*, 18(2), pp. 91–106. Available at: <https://doi.org/10.29059/CIENCIAUAT.V18I2.1797>.

Muni Raja Lakshmi, K., Kiran, M. and Sai Prasanna, K. (2021) "A Review on Natural Plants for Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities," *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 11(2). Available at: <https://doi.org/10.22270/jddt.v11i2.4593>.

Peña Núñez, B. del R. et al. (2008) "Estandarización y tamizaje fitoquímico de extractos de frutos de *Punica granatum* L.," *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(4), pp. 0–0. Available at: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962008000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Accessed: September 2, 2025).



Peralta, J.T. et al. (2025) "Evaluación in vitro del antagonismo de cepas de *Trichoderma* contra hongos fitopatógenos foliares del cultivo de banano (*Musa spp.*)," *Agroindustrial Science*, 15(2), pp. 143–153. Available at: <https://doi.org/10.17268/agoind.sci.2025.02.06>.

Pérez, D. (2002) "Etnobotánica Medicinal Y Biocidas Para Malaria En La Región Ucayali," *Folia Amazónica*, 13(1–2), pp. 87–108. Available at: <https://doi.org/10.24841/FA.V13I1-2.136>.

Perez, J. and González, F. (2024) "La Determinación de los Aminoácidos Totales en Té." Available at: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/74061> (Accessed: August 17, 2025).

dos Reis Venturoso, L.R. et al. (2011) "Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos," *Summa Phytopathologica*, 37(1), pp. 18–23. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000100003>.

Robledo, V.R. et al. (2024) "Estudio Del Efecto Matriz Para La Determinación De Analitos Con Diferente Grado De Polaridad En Muestras Biológicas Complejas Mediante Lc-Ms/Ms," *Actualidad Analítica*, pp. 21–28. Available at: <https://doi.org/10.69856/AA.2024.519422>.

Rodríguez, A.T. et al. (2000) "Efecto De Extractos Vegetales Sobre El Crecimiento In Vitro De Hongos Fitopatógenos," *Cultivos Tropicales*, 21(2), pp. 79–82.

Rodríguez, A.T. et al. (2000b) "EFFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL CRECIMIENTO In Vitro DE HONGOS FITOPATÓGENOS," *Cultivos Tropicales*, 21(2), pp. 79–82.

Rongai, D. et al. (2015) "Antifungal activity of some botanical extracts on *Fusarium oxysporum*," *Open Life Sciences*, 10(1), pp. 409–416. Available at: <https://doi.org/10.1515/BIOL-2015-0040>.

Sakna, S.T. et al. (2023) "Phytochemical diversity and pharmacological effects of triterpenes from genus *Ziziphus*: a comprehensive review," *Phytochemistry Reviews*, 22(6), pp. 1611–1636. Available at: <https://doi.org/10.1007/S11101-022-09835-Y/FIGURES/6>.

Sudirga, S.K., Ketut Ginantra, I. and Darmayasa, I.B.G. (2019) "Antifungal activity of leaf extract of *Mansoa alliacea* against *Colletotrichum acutatum* the cause of anthracnose disease on chili pepper," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012058>.

Vanessa Pérez Rodríguez, C. et al. (2019) "Efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y recuento de mohos y levaduras del mesocarpio de 'zarzamora' *Rubus floribundus* Kunth (Rosaceae)," *Arnaldoa*, 26(1), pp. 297–304. Available at: <https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.261.26113>.



Velázquez-Del Valle, M., Bautista-Baños, S. and Hernández-Lauzardo, A. (2007) Revista Mexicana de Fitopatología . Estrategias de Control de Rhizopus stolonifer Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, Agente Causal de Pudriciones Postcosecha en Productos Agrícolas.

Vincent, J.M. (1947) "Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors [20]," Nature, 159(4051), p. 850. Available at: <https://doi.org/10.1038/159850B0>

Walag, A.M.P. et al. (2017) "Initial phytochemical screening of the different parts of Mansoa alliacea L. (Garlic Vine)," International Journal of Biosciences, 11(3). Available at: <https://doi.org/10.12692/ijb/11.3.227-231>.