



Actividad antifúngica *in vitro* y caracterización fitoquímica de extractos acuosos de *Datura discolor*

Diana Angelina Urias-Lugo¹, Gabriela López-Angulo², Octavio Ernesto Martínez-Ereva³, Sylvia Paz Díaz Camacho¹, Carlos Ramiro Ibarra Sarmiento³, Luis Gerardo Sarmiento López³, Laura Aracely Contreras Angulo⁴, Guadalupe Arlene Mora Romero^{3*}. Unidad de Investigaciones en Biotecnología Biomédica¹, Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Culiacán, Blvd. Lola Beltrán y Blvd. Rolando Arjona, Culiacán, Sinaloa, CP 80020, México. Facultad de Ciencias Químico-Biológicas², Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, CP 80010, México. Unidad de Investigación en Ambiente y Salud³, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, Blvd. Macario Gaxiola y Carretera Internacional, México 15, Los Mochis, Sinaloa, CP 81223, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.⁴, Carretera a El Dorado Km 5.5, Col. Campo el Diez, Culiacán, Sinaloa, CP 80110, México.

***Autor de Correspondencia:**

Guadalupe Arlene Mora-Romero
arlene.mora@uadeo.mx

Sección:

Edición periódica

Recibido:

28 Febrero, 2025

Aceptado:

08 Julio 2025

Publicado:

22 Julio, 2025

Cita:

Urias-Lugo DA, López-Angulo G, Martínez-Ereva OE, Díaz Camacho SP, Ibarra Sarmiento CR, Sarmiento López LG, Contreras Angulo LA y Mora Romero GA. 2025. Actividad antifúngica *in vitro* y caracterización fitoquímica de extractos acuosos de *Datura discolor*.

Revista Mexicana de Fitopatología 43(3): 78.
<https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2502-2>



RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum* causan enfermedades de importancia agrícola. El uso de fitoextractos con propiedades antifúngicas es una alternativa para reducir la aplicación de agroquímicos en el manejo de fitopatógenos. El presente estudio reporta la caracterización fitoquímica de extractos acuosos por infusión y por Procesamiento por Altas Presiones (HPP) de *Datura discolor* y su evaluación antifúngica.

Materiales y Métodos. Extractos acuosos de raíz, tallo, semilla y hoja de *D. discolor* (2, 4 y 6 % p/v) se obtuvieron por infusión y por HPP. El análisis fitoquímico se realizó por pruebas de tamizaje y la cuantificación de metabolitos totales mediante pruebas colorimétricas. La actividad antifúngica de los extractos obtenidos por infusión se determinó a través del porcentaje de inhibición *in vitro* de los patógenos.

Resultados. El contenido de fenólicos totales y saponinas en raíz, tallo y hoja fue mayor por HPP, mientras que en semilla destacó la infusión. Se observaron flavonoides solo en hoja por HPP. El contenido de alcaloides fue similar en infusión y HPP. Se detectaron fenoles, saponinas, flavonoides, alcaloides, taninos, terpenoides, cumarinas y betacianinas, pero no antraquinonas ni antocianinas. Los extractos inhibieron de 2 a 46 % a *S. rolfsii*, pero no a *S. sclerotiorum*.

Conclusión. Los resultados indican la participación de compuestos fenólicos y flavonoides en la actividad antifúngica contra los fitopatógenos evaluados; no se descarta la participación de otros compuestos no analizados. Se requiere realizar estudios en condiciones de invernadero, con aplicación de los extractos por aspersión foliar o suelo.

Palabras clave: Toloache, Extracto vegetal, Metabolitos, Hongos

INTRODUCCIÓN

Sclerotium rolfsii y *Sclerotinia sclerotiorum* causan pudrición de la raíz y tallo, ambos fitopatógenos polífagos se asocian con pérdidas significativas en cultivos de importancia económica. *S. rolfsii* se encuentra predominantemente en regiones tropicales y subtropicales (Gholami *et al.*, 2019), mientras que *S. sclerotiorum* presenta una distribución geográfica más amplia, afectando cultivos en zonas templadas y subtropicales (Ordóñez-Valencia *et al.*, 2018). Las enfermedades producidas por hongos que afectan el rendimiento de cultivos agrícolas son frecuentes, existe una creciente preocupación por la resistencia de las cepas a los fungicidas utilizados para el control químico de hongos, por lo que se buscan nuevos productos para el manejo de estos agentes fitopatógenos. El uso de extractos de plantas como agentes antifúngicos puede ser una alternativa; diferentes especies de *Datura* han mostrado efecto inhibitorio contra diversos hongos fitopatógenos, pero el efecto varía según la concentración y la parte de la planta de la cual se obtiene el extracto, así como los tipos de solventes utilizados para el proceso (Öz, 2017).

Extractos de *D. discolor* se han evaluado contra diferentes fitopatógenos; extractos metanólicos y etanólicos de hojas y tallos inhibieron el desarrollo *in vitro* de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae* (Tequida-Meneses *et al.*, 2002). Además, el extracto acuoso de hojas obtenido por infusión afectó el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* (Verdugo-Contreras *et al.*, 2023). Así mismo, extractos acuosos (2, 4 y 6 % p/v) de raíz, semilla y hoja obtenidos mediante procesamiento por alta presión (HPP), mostraron porcentajes variables de inhibición *in vitro* contra *S. rolfsii*, *S. sclerotiorum* y *C. gloeosporioides*, siendo el extracto de hoja al 6 % el que mostró mayor efectividad contra los tres hongos (Urias-Lugo *et al.*, 2024). No se ha evaluado el efecto de extractos acuosos de *D. discolor* obtenidos por infusión contra *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum*.

La actividad biológica de especies del género *Datura* ha sido atribuida a la presencia de metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, flavonoides y alcaloides, los cuales desempeñan funciones antioxidantes y antimicrobianas (Céspedes-Méndez *et al.*, 2021). Aunque *D. discolor* se encuentra ampliamente distribuida en México, los reportes sobre caracterización fitoquímica de esta especie son escasos (Verdugo-Contreras *et al.*, 2023), se han reportado withanólidos (González *et al.*, 2023) y la presencia de diversos grupos de metabolitos en extractos crudos de hoja, incluyendo alcaloides, esteroides, terpenoides, glucósidos, saponinas, compuestos fenólicos, taninos y lípidos (Ahanotu *et al.*, 2024), lo cual resalta el potencial bioactivo y biotecnológico de esta especie poco estudiada.

El objetivo del presente trabajo fue identificar los principales grupos de compuestos fitoquímicos presentes en los extractos acuosos de *D. discolor* obtenidos por infusión y HPP, y evaluar el potencial antifúngico *in vitro* de los extractos acuosos de *D. discolor* obtenidos por infusión contra *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum*.

Obtención de los extractos. Las plantas de *D. discolor* se recolectaron en etapa de floración y fructificación durante abril de 2024 en el municipio de Ahome, Sinaloa, México (25°54–55' N y 108–109°02–55' O). La desinfección y pulverización se realizó conforme a lo descrito por Urias-Lugo *et al.* (2024). Los extractos acuosos se prepararon a una relación 1:10 p/v. Para la extracción por infusión se siguió el procedimiento descrito

por Bitwell *et al.* (2023) y para la extracción por HPP a Urias-Lugo *et al.* (2024). Tanto para el método de infusión como para el HPP, la mezcla se centrifugó (RC-5C Sorvall, Newtown, CT, USA) a 4000 rpm durante 10 min, los sobrenadantes se recuperaron y almacenaron a 4 °C hasta su uso.

Tamizaje fitoquímico de *Datura discolor*. La identificación de los principales grupos de compuestos bioactivos presentes en extractos acuosos de *D. discolor* se realizó mediante pruebas cualitativas conforme a lo reportado por Khan *et al.* (2019). Se emplearon ensayos de cambio de color para fenoles, flavonoides, cumarinas, taninos, terpenoides, antraquinonas, antocianinas y betacianinas; precipitación para alcaloides; y formación de espuma para saponinas. La caracterización se llevó a cabo mediante ensayos colorimétricos y de precipitación, específicos para cada clase de compuesto, y los resultados se expresaron en una escala semicuantitativa de concentración relativa, desde ausencia (–) hasta presencia abundante (++++).

Para la detección de fenoles totales, se empleó cloruro férrico al 1 %, cuya reacción con el extracto produjo coloraciones verde, violeta, azul o negro como indicador positivo. La presencia de flavonoides se confirmó mediante la adición de ácido sulfúrico concentrado, observándose una coloración naranja característica. Las cumarinas se identificaron por la formación de un color amarillo al mezclar el extracto con hidróxido de sodio al 10 %. La prueba de formación de espuma persistente durante 15 a 20 minutos permitió detectar saponinas. Para taninos, la adición de cloruro férrico al 5 % tras calentar el extracto resultó en coloraciones verdes o azules, indicando la presencia de taninos condensados o hidrolizables, respectivamente. Los terpenoides se identificaron mediante la prueba de Salkowski, observando una coloración rojo-marrón tras la mezcla del extracto con cloroformo y ácido sulfúrico concentrado. La detección de antraquinonas se efectuó por el método de Bontrager, observando una coloración rosa por tratamiento ácido, extracción con cloroformo y alcalinización. Las antocianinas y betacianinas se diferenciaron por el cambio de color a azul o amarillo, respectivamente, al someter el extracto a ebullición con NaOH al 0.1 N. Finalmente, los alcaloides se detectaron mediante el reactivo de Wagner, donde la aparición de turbidez o un precipitado marrón-rojizo confirmó su presencia.

Cuantificación de compuestos fitoquímicos. Para la cuantificación de metabolitos totales se utilizaron los extractos líquidos o liofilizados (VirTis 25EL, VirTis Co. EE.UU.).

Fenólicos totales. La determinación se realizó mediante el método colorimétrico de Singleton *et al.* (1999). Se colocaron 10 µL de extracto diluido (1:20 v/v) en una microplaca de 96 pozos, seguido de la oxidación de los fenoles con 100 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu (1:10 v/v en agua). Tras 2 min, la reacción se neutralizó con 90 µL de Na₂CO₃ al 10 %. Posteriormente, se incubó la muestra a 40 °C durante 30 min en ausencia de luz y se midió la absorbancia a 765 nm con un lector de microplacas (Synergy HT, Winooski, VT, USA). Se empleó ácido gálico como estándar (0-0.4 mg mL⁻¹), expresándose los resultados en µg equivalentes de ácido gálico por mL de extracto (µg EAG mL⁻¹).

Flavonoides totales. El contenido de flavonoles se determinó mediante el método colorimétrico de Quettier *et al.* (2000). Se depositaron 50 μL de extracto diluido (1:10) en una microplaca de 96 pozos y se añadieron 100 μL de AlCl_3 al 1.5 %. Tras una incubación de 10 min a 25 °C, se midió la absorbancia a 403 nm utilizando un lector de microplacas (Synergy HT, Winooski, VT, USA). La quercetina se empleó como estándar (0–0.15 mg mL^{-1}), los resultados se expresaron en μg equivalentes de quercetina por mL de extracto ($\mu\text{g EQ mL}^{-1}$).

Saponinas. La cuantificación se realizó mediante el método colorimétrico de Hiai *et al.* (1976), basado en la formación de grupos cromóforos con vainillina y ácido sulfúrico. Se disolvieron 20 mg de extracto liofilizado de *D. discolor* en 1 mL de metanol al 80 %, se centrifugó a 4000 rpm por 2 min y se recuperó el sobrenadante. En una microplaca de 96 pocillos, se colocaron 20 μL del extracto junto con 20 μL de vainillina al 8 %, manteniendo la microplaca en baño de hielo por 2 min. Posteriormente, se añadieron 200 μL de ácido sulfúrico al 72 % (frío) y se agitó durante 3 min. La muestra se incubó a 60 °C por 10 min, se enfrió por 5 min y la absorbancia se registró a 470 nm (Synergy HT, Winooski, VT, USA). Se empleó diosgenina como estándar (0–0.4 mg mL^{-1}), los resultados se expresaron en μg equivalentes de diosgenina por mL de extracto ($\mu\text{g ED mL}^{-1}$).

Alcaloides totales. La determinación se realizó mediante el método colorimétrico de Shamsa *et al.* (2008), con modificaciones. Se desgrasaron 400 mg de extracto acuoso de hoja de *D. discolor* liofilizado con 5 mL de hexano, seguido de sonicación (30 min) y centrifugación (4500 rpm/2 min), descartando el sobrenadante. Los restos de hexano se eliminaron bajo corriente de nitrógeno y el residuo se resuspendió en 5 mL de metanol, se sometió a sonicación y centrifugación para recuperar el sobrenadante. El metanol se evaporó en un rotavapor a 38 °C y el residuo se resuspendió en 1 mL de HCl 2 N, se lavó dos veces con 5 mL de cloroformo y ajustando a pH neutro con NaOH 1 N. Se añadieron 5 mL de buffer de fosfatos (2 M, pH 4.7) y 5 mL de solución de verde de bromocresol (69.8 mg de VBC en 3 mL de NaOH 2 N y diluir a 1000 mL). El complejo formado se extrajo secuencialmente con 1, 2, 3 y 4 mL de cloroformo, agitando y recuperando la fase inferior y ajustando el volumen a 10 mL con cloroformo. Finalmente, la absorbancia se midió a 470 nm en un lector de microplacas (Synergy HT, Winooski, VT, USA). Se construyó una curva de atropina (0–0.1 mg mL^{-1}) y los resultados se expresaron como μg equivalentes de atropina por mL de extracto ($\mu\text{g EA mL}^{-1}$).

Evaluación antifúngica *in vitro*. La identidad y la fitopatogenicidad de *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum* se han descrito previamente, estos patógenos forman parte de la colección de la Unidad de Investigación en Ambiente y Salud de la UAdeO (Martínez-Álvarez *et al.*, 2021; Martínez-Ereva, 2022). Los experimentos se realizaron con los extractos obtenido por infusión diluido a diferentes concentraciones (2, 4 y 6 %; v/v) en PDA (PDA; Bioxon, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México) en cajas Petri, conforme a lo descrito por Urias-Lugo *et al.* (2024). Los experimentos se condujeron dos veces en un arreglo completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y una caja Petri como unidad experimental.

Análisis estadístico. Todos los datos se sometieron a pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk. Para el ensayo *in vitro* contra patógenos se realizó un ANOVA unidireccional y para los datos de compuestos fitoquímicos un ANOVA de dos vías, en ambos casos seguido de la prueba de Tukey (Little y Hills 1978) con un valor de $P < 0,05$. Para permitir valores de cero en algunos tratamientos los datos se transformaron por $\sqrt{x+1}$ como lo descrito por Gómez y Gómez (1984). Además, se utilizó la prueba *t* de Student no pareada ($P < 0,05$) para comparar las concentraciones de alcaloides. Los análisis estadísticos se realizaron en el software GraphPad Prism, versión 6.00 para Windows (GraphPad Software).

Caracterización fitoquímica. Se detectó por tamizaje fitoquímico compuestos fenólicos, saponinas, flavonoides, alcaloides, taninos, terpenoides, cumarinas y betacianinas, pero no antraquinonas ni antocianinas en ninguno de los extractos (Cuadro 1). Los extractos de raíz y tallo presentaron menor diversidad y contenido de metabolitos. Los extractos de semilla y hoja presentan las mismas familias de metabolitos, pero difieren en concentración. El método de extracción HPP mostró mayor extracción/retención de fenoles y saponinas en hoja, y de alcaloides, saponinas y taninos en semilla; mientras que infusión presentó mayor contenido de flavonoides y cumarinas en semilla. Este análisis permitió establecer un perfil fitoquímico preliminar de *D. discolor*, con implicaciones potenciales en su actividad biológica.

Cuadro 1. Detección de compuestos fitoquímicos de extractos acuosos de hoja de *Datura discolor* al 6 % obtenidos por infusión (INF) y por procesamiento por alta presión (HPP).

Grupo	Método de extracción	Parte anatómica			
		Raíz	Tallo	Semilla	Hoja
Compuestos fenólicos	INF	-	+	+++	+++
	HPP	+	++	+++	++++
Saponinas	INF	++	++	+	++
	HPP	+++	+++	++	++++
Flavonoides	INF	+	+	++	+++
	HPP	-	-	+	+++
Alcaloides	INF	+	-	-	+++
	HPP	++	-	++	+++
Cumarinas	INF	-	-	++	+++
	HPP	-	-	+	+++
Taninos	INF	-	-	++	+++
	HPP	-	+	+++	+++
Terpenoides	INF	-	-	++	+++
	HPP	-	-	++	+++
Antraquinonas	INF	-	-	-	-
	HPP	-	-	-	-
Antocianinas	INF	-	-	-	-
	HPP	-	-	-	-
Betacianinas	INF	+	-	-	-
	HPP	+	+	-	-

Con base en la abundancia relativa observada en el tamizaje preliminar y en evidencia previa de su bioactividad, se seleccionaron para cuantificación los compuestos fenólicos, los flavonoides (Matías *et al.*, 2020), las saponinas (Barile *et al.*, 2007) y los alcaloides (Singh *et al.*, 2007), debido a su reconocida implicación en mecanismos de defensa vegetal y su potencial inhibitorio frente a patógenos fúngicos. En general, se observa diferencia en las concentraciones entre los tipos de tejido de la planta y el método de extracción (Figura 1 A-D); el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides es mayor en el extracto de hoja obtenido por HPP (1370 $\mu\text{gEAG mL}^{-1}$ y 21.4 $\mu\text{gEQ mL}^{-1}$) que por infusión (586 $\mu\text{gEAG mL}^{-1}$ y 0.0 $\mu\text{gEQ mL}^{-1}$) (Figura 1 A y C), pero el contenido de saponinas y alcaloides es el mismo en extracto de hoja independientemente del método de extracción (Figura 1 B y D).

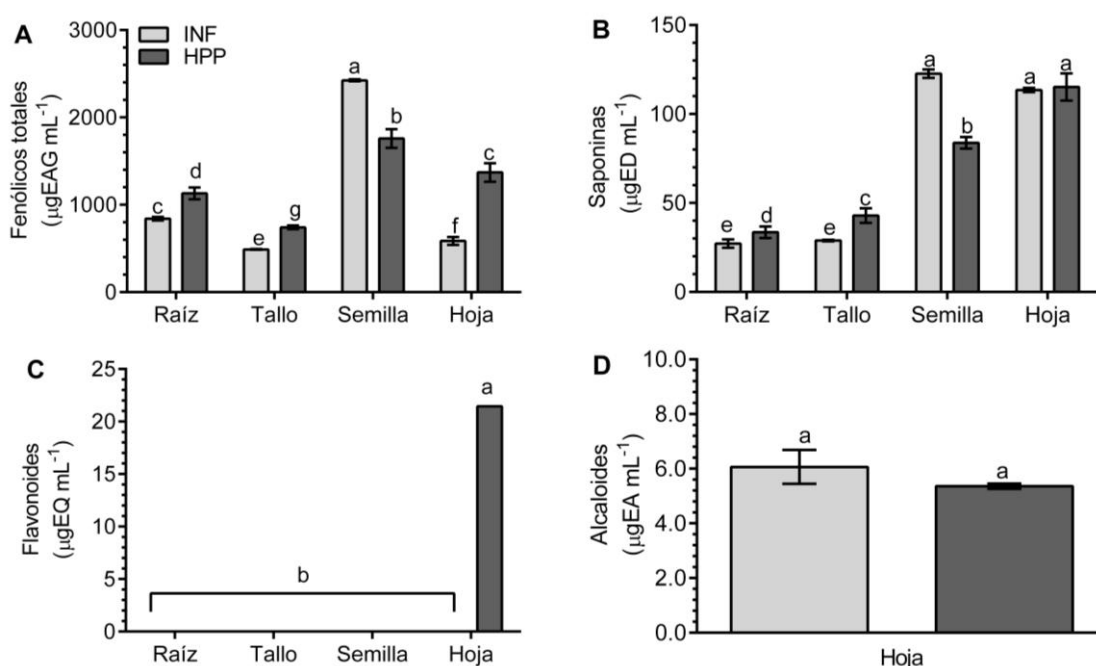


Figura 1. Cuantificación de compuestos fitoquímicos de extractos acuosos de *Datura discolor* al 6 % obtenidos mediante procesamiento por alta presión (HPP) e infusión (INF). Equivalentes de ácido gálico (EAG), Equivalentes de diosgenina (ED), Equivalentes de quercetina (EQ), Equivalentes de atropina (EA).

Los compuestos fenólicos están directamente relacionados con la acción antifúngica, pueden actuar como fungicida o fungistática (Matías *et al.*, 2020), inhiben el crecimiento micelial, además de actuar sobre la emisión del tubo germinativo de los hongos fitopatógenos (Díaz-García *et al.*, 2024). Mientras que los flavonoides actúan directamente sobre la granulación citoplasmática, la desorganización del contenido celular, la ruptura de la membrana plasmática y la inhibición de las enzimas producidas por los hongos en el momento de su penetración al huésped (Knaak y Fuiza, 2010). Compuestos fenólicos, tanto flavonoides como ácidos fenólicos, han mostrado actividad antifúngica contra los fitopatógenos *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* y *Phytophthora infestans* (Wianowska *et al.*, 2016). Matías

et al. (2020), relacionaron el potencial antifúngico de extractos etanólicos y acuosos de hoja de *D. inoxia* contra *S. sclerotiorum* con la abundancia de alcaloides y compuestos fenólicos, principalmente con los flavonoides totales.

Evaluación antifúngica. La inhibición de los extractos acuosos de *D. discolor* para *S. rolfisii* varió de 2 a 46 %, la mayor inhibición se observó con el extracto de hoja al 6 % (Cuadro 2, Figura 2). En cuanto al efecto contra *S. sclerotiorum* la inhibición presentada por el extracto de hoja (4 y 8 %) no fue significativa (Cuadro 2, Figura 2). En la evaluación *in vitro* se descartó el extracto de tallo dado el bajo porcentaje de extracción en relación con el de hoja (10 % vs 55 %).

Cuadro 2. Inhibición *in vitro* del crecimiento micelial de *Sclerotium rolfisii* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Los tratamientos mostrados son con extractos acuosos de *Datura discolor* obtenidos por infusión.

Tratamiento		<i>Sclerotium rolfisii</i>		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	
		Crecimiento (cm)	Inhibición (%)	Crecimiento (cm)	Inhibición (%)
Raíz	2 %	1.85±0.08 ^{ab}	8	2.03±0.02 ^a	0
	4 %	1.67±0.11 ^b	17	2.08±0.03 ^a	0
	6 %	1.28±0.03 ^c	37	2.03±0.07 ^a	0
	Testigo	2.03±0.01 ^a	0	2.02±0.02 ^a	0
Semilla	2 %	1.97±0.09 ^a	2	2.07±0.04 ^a	0
	4 %	1.48±0.15 ^b	25	2.05±0.04 ^a	0
	6 %	1.26±0.13 ^b	37	2.06±0.01 ^a	0
	Testigo	2.03±0.01 ^a	0	2.02±0.02 ^a	0
Hoja	2 %	1.35±0.02 ^b	33	2.07±0.04 ^a	0
	4 %	1.26±0.01 ^{bc}	38	1.94±0.07 ^a	4
	6 %	1.05±0.17 ^c	46	1.85±0.01 ^a	8
	Testigo	2.03±0.01 ^a	0	2.02±0.02 ^a	0

Medias con letras común en superíndices (por parte anatómica de la planta) no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$; $n = 8$). Testigo = el patógeno en PDA sin extracto.

En relación con la actividad antifúngica de especies de *Datura* contra los patógenos utilizados en este estudio; Jaben *et al.* (2014) y Jaben *et al.* (2022), reportaron reducción del crecimiento entre el 69 y 94 % y entre 29 y 88 % de *S. rolfisii* respectivamente, con extractos metanólicos de fruto y hoja de *D. metel*, la mayor actividad podría atribuirse a la especie de *Datura* y al solvente de extracción utilizado. Por otra parte, el extracto acuoso de hoja de *D. discolor* obtenido por HPP inhibieron hasta el 100 % del crecimiento micelial *in vitro* de *S. rolfisii* (Urias-Lugo *et al.*, 2024), posiblemente atribuida al proceso de extracción utilizado.

Respecto a *S. sclerotiorum*, Urias-Lugo *et al.* (2024) reportaron que los extractos acuosos de hoja obtenidos por HPP inhibieron hasta un 56 % de este hongo y Matías *et al.* (2020) observaron que el extracto acuoso de hoja de *D. inoxia* obtenidos mediante maceración estática constante durante siete días inhibió el crecimiento de *S. sclerotiorum* hasta un 94 %. La efectividad observada contra el patógeno por los extractos acuosos se puede atribuir a diferencias en los procesos de extracción y en el tipo de compuestos bioactivos extraídos en cada una de las especies.

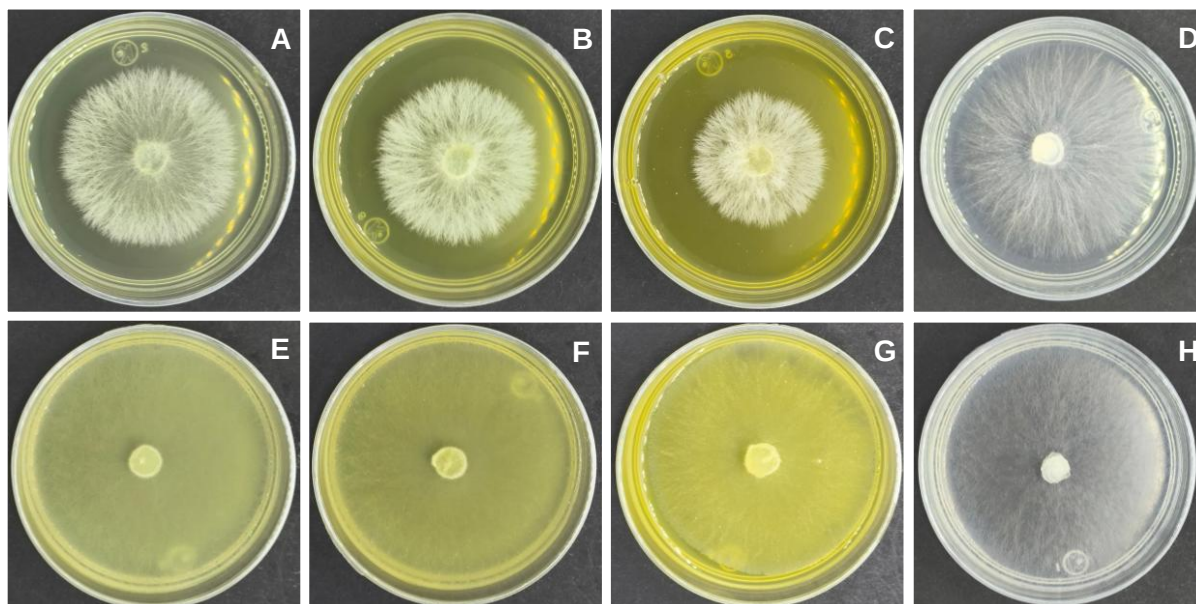


Figura 2. Efecto de extracto acuoso de hoja de *Datura discolor* obtenido por infusión. *Datura discolor* (2, 4 y 6 %) y Testigo, respectivamente. **A-D** *Sclerotium rolfsii*, **E-H** *Sclerotinia sclerotiorum*.

Los procesos de extracción de compuestos fitoquímicos que se basan en tratamientos térmicos pueden provocar la pérdida y degradación de compuestos termolábiles con actividad biológica (Zhang *et al.*, 2018), mientras que por medio de HPP se tiene un alto impacto en la estructura celular, en la destrucción de las paredes celulares y otras barreras estructurales, lo cual aumenta la recuperación de compuestos bioactivos (Le-Tan *et al.*, 2022). Esto puede explicar la efectividad observada de los extractos acuosos de *D. discolor* entre los métodos de infusión y HPP, contra *S. rolfsii* y *S. sclerotiorum*. Los procesos de extracción utilizados muestran diferencias en los constituyentes fitoquímicos de los extractos acuosos de *Datura discolor* obtenidos por infusión y HPP, que influyen directamente en la actividad antimicrobiana, ya que la solubilidad, estabilidad y sinergia de los metabolitos secundarios extraídos determinan el grado de inhibición de los patógenos.

Los resultados reportados por Urias-Lugo *et al.* (2024) en combinación con los del presente estudio sugieren la participación de flavonoides en la inhibición observada contra *S. sclerotiorum* y *S. rolfsii* por los extractos acuosos de hoja de *D. discolor* obtenidos por HPP. En el presente estudio solo se detectó por el método cuantitativo la presencia de flavonoides en extracto de hoja obtenido por HPP (Figura 1C). Esto pudiera explicar el que no se observara inhibición del extracto acuoso de *D. discolor* obtenido por infusión contra *S. sclerotiorum*. Asimismo, los extractos preparados por infusión también demostraron actividad inhibitoria frente a *S. rolfsii*, pero con menor eficacia que los extractos obtenidos por HPP, lo que indica la posible presencia de otros compuestos bioactivos con efecto antifúngico, pero con menor potencia o diferente mecanismo de acción en comparación con los flavonoides extraídos por HPP.

Los resultados del presente estudio no permiten establecer conclusiones definitivas respecto a los metabolitos secundarios responsables de la actividad antifúngica observada, por lo que no se descarta la posibilidad de que otros compuestos no analizados,

presentes en los extractos acuosos de *D. discolor*, contribuyan de forma individual o sinérgica a la inhibición de *S. rolfsii* y otros hongos evaluados. Esta complejidad fitoquímica resalta la necesidad de estudios adicionales dirigidos a la identificación y caracterización de los compuestos activos involucrados y sus posibles interacciones.

Se deben realizar nuevos estudios en condiciones de invernadero, con aspersión foliar o aplicación al suelo, para observar la capacidad de control de los extractos acuosos de *D. discolor*, obtenidos por HPP y por infusión, para corroborar la reproducibilidad de los resultados observados en condiciones controladas.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés

Financiamiento

Programa PIFIP-2022 de la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Occidente

Agradecimientos

Los autores agradecen a IDEAS DE BERENJENA S. A. de C. V., por facilitar las instalaciones para el uso de la cámara hiperbárica (Hiperbaric 55).

Contribución de los autores

Conceptualización; DAUL, GAMR. **Diseño de experimentos;** DAUL, GAMR. **Ejecución de experimentos;** DAUL, GLA, OEME, LACA. **Análisis estadísticos;** CRIS, LGSL. **Interpretación de datos;** DAUL, GLA, OEME, SPDC, GAMR. **Preparación de manuscrito;** DAUL, GLA, SPDC, GAMR. **Revisión y aprobación del manuscrito;** todos los autores.

REFERENCIAS

- Ahanotu CC, Ezigbo VO, Okonkwo SI and Madu KC. 2024. Validation of the chemical constituents of crude leaf extract of *Datura discolor* with qualitative phytochemical screening and GC-MS analysis". South Asian Research Journal of Natural Products 7 :197-211. <https://journalsarjnp.com/index.php/SARJNP/article/view/153>
- Barile E, Bonanomi G, Antignani V, Zolfaghari B, Sajjadi SE, Scala F and Lanzotti V. 2007. Saponins from *Allium minutiflorum* with antifungal activity. Phytochemistry 68:596-603. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.10.009>
- Bitwell C, Indra S, Luke C and Kakoma M. 2023. A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. Scientific African 19(e01585). <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>
- Céspedes-Méndez C, Iturriaga-Vásquez P and Hormazábal E. 2021. Secondary metabolites and biological profiles of *Datura* genus. Journal of the Chilean Chemical Society 66:5183-5189. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-97072021000205183>
- Díaz-García E, Valenzuela-Quintanar AI, Sánchez-Estrada A, González-Mendoza D, Tiznado-Hernández ME, Islas-Rubio AR and Troncoso-Rojas R. 2024. Phenolic compounds synthesized by *Trichoderma longibrachiatum* native to semi-arid areas show antifungal activity against phytopathogenic fungi of horticultural interest. Microbiology Research 15:1425-1440. <https://doi.org/10.3390/microbiolres15030096>
- Gholami M, Ebrahimi A, Mozafari J, Bihamta MR and Rahaie M. 2019. Phenotypic and genotypic screening of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces for resistance to collar rot fungus (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) in North of Iran. Journal of Plant Pathology 102:67-78. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00373-9>
- Gomez KA and Gomez AA. 1984. Statistical procedures for agricultural research. Second Edition. Wiley. New York, USA 680p.

- González U, Nieto-Camacho A, Hernández-Ortega S, Martínez M and Maldonado E. 2023. Withanolides from *Datura ceratocaula* and *Datura discolor* and their acetylcholinesterase inhibitory activity. *Fitoterapia* 170:105655. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105655>
- Hiai S, Oura H and Nakajim T. 1976. Color reaction of some sapogenins and saponins with vanillin and sulfuric acid. *Planta Medica* 29:116-122. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1097639>
- Khan S, Shinwari MI, Waqar-Ali K, Rana T, Kalsoom S and Akbar-Khan S. 2019. Allelopathic potential of 73 weed species in Pakistan. *Revista de Biología Tropical* 67:1418-1430. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i6.34787>
- Jabeen N, Javaid A, Ahmed E and Sharif A. 2014. Management of causal organism of collar rot of bell pepper (*Sclerotium rolfsii*) by organic solvents extracts of *Datura metel* fruit. *Pakistan Journal of Phytopathology* 26:15-20.
- Jabeen N, Khan IH and Arshad J. 2022. Fungicidal potential of leaf extracts of *Datura metel* L. to control *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Allelopathy Journal* 56:59-68. <https://doi.org/10.26651/allelo.j/2022-56-1-1387>
- Knaak N and Fiuza LM. 2010. Potential of essential plant oils to control insects and microorganisms. *Neotropical Biology and Conservation* 5:120-132. <https://doi.org/10.4013/nbc.2010.52.08>
- Le-Tan H, Fauster T, Haas K and Jaeger H. 2022. Aqueous extraction of curcuminoids from *Curcuma longa*: effect of cell disintegration pre-treatment and extraction condition. *Food Bioprocess Technol* 15:1359-1373. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02820-5>
- Little TM and Hills FJ. 1978. *Agricultural experimentation and analysis*. First Edition. Wiley. New York, NY, USA. 368p.
- Martínez-Álvarez JC, Camacho-Angulo F, Bojórquez-Armenta YJ, Sánchez-Soto B, Cordero-Ramírez JD, Romero-Uriás CA, Félix-Gástelum R and Mora-Romero GA. 2021. Efecto inhibitorio de bacterias antagonistas contra *Sclerotium rolfsii*, agente causal del tizón sureño del frijol. *Revista Mexicana de Fitopatología* 39(1):207-218. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2006-5>
- Martínez-Ereva OE. 2022. Bacterias asociadas a la rizosfera de papa, con potencial para el control de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* y *Rhizoctonia solani* en el norte de Sinaloa. Tesis de Maestría en Fitopatología y Medio Ambiente-Universidad Autónoma de Occidente.
- Matías R, Fernández V, Correa BO, Pereira SH and Oliveira AKM. 2020. Phytochemistry and antifungal potential of *Datura innoxia* Mill. on soil phytopathogen control. *Bioscience Journal* 36:691-701. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n3a2020-47881>
- Ordóñez-Valencia C, Ferrera-Cerrato R, Alarcón A, Hernández-Cuevas LV and Larsen J. 2018. Desarrollo morfológico temprano de esclerocios por *Sclerotinia sclerotiorum* en presencia de bicarbonato de potasio. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36:363-378. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1803-4>
- Öz AÜ. 2017. The antifungal effects of *Datura stramonium* L., *D. metel* L., *D. innoxia* Mill. in flora of Turkey. *Mugla Journal of Science and Technology* 3:96-103. <https://doi.org/10.22531/muglajsci.345175>
- Quettier-Deleu C, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet C, Luyckx M, Cazin M, Cazin JC, Bailleul F and Trotin F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology* 35-42. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00196-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00196-3)
- Shamsa F, Monsef H, Ghamooshi R and Verdian-rizi M. 2008. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences* 32:17-20. <https://doi.org/10.56808/3027-7922.2196>
- Singh AK, Pandey MB and Singh UP. 2007. Antifungal activity of an alkaloid allosecurinine against some fungi. *Mycobiology* 35:62-4. <https://doi.org/10.4489/MYCO.2007.35.2.062>
- Singleton V, Orthofer R and Lamuela-Raventós R. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299:152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Tequida-Meneses M, Cortez-Rocha M, Rosas-Burgos E, López-Sandoval S and Corrales-Maldonado C. 2002. Effect of alcoholic extracts of wild plants on the inhibition of growth of *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* and *Fusarium poae* moulds. *Revista Iberoamericana de Micología* 19:84-88.
- Urias-Lugo DA, Martínez-Ereva OE, Romero-Uriás CA, Ibarra-Sarmiento CR, Estrada-Díaz SA, Félix-Gástelum R, Leyva-Madrigal KY and Mora-Romero GA. 2024. *In vitro* antifungal activity of *Datura discolor* aqueous extracts obtained by high pressure processing. *Mexican Journal of Phytopathology* 42:1-9. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2024-01>
- Verdugo-Contreras X, Martínez-Álvarez J, Díaz-Camacho S, Félix-Gástelum R, Leyva-Madrigal K, Ibarra-Sarmiento C, Romero-Uriás C and Mora-Romero G. 2023. Antifungal activity of weed aqueous extracts on Persian lime anthracnose

- caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Journal of Plant Diseases and Protection 130:293-300. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00671-y>
- Wianowska D, Garbaczewska S, Cieniecka-Roslonkiewicz A, Dawidowicz AL and Jankowska A. 2016. Comparison of antifungal activity of extracts from different *Juglans regia* cultivars and juglone. Microbial Pathogenesis 100:263-267. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.10.009>
- Zhang QW, Lin LG and Ye WC. 2018. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. Chinese Medicine 13:1-26. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>