

## Actividad antimicrobiana *in vitro* de extractos etanólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam frente a hongos fitopatógenos



### *In vitro* antimicrobial activity of foliar ethanolic extracts of *Moringa oleifera* Lam against phytopathogenic fungi

<https://eqrcode.co/a/FK7zz8>

Claudia Linares Rivero\*, Janet Quiñones-Gálvez,  
 Aurora Terylene Pérez Martínez, Carol Cristina Carvajal Ortiz,  
 Geeisy Angela Cid Valdéz, Lianny Pérez Gómez, Yanelis Karina Capdesuñer Ruiz

Centro de Bioplantás, Universidad “Máximo Gómez Báez” de Ciego de Ávila, Carretera a Morón, km 9. Ciego de Ávila. Cuba. CP 69450.

**RESUMEN:** El objetivo de la presente investigación fue determinar la actividad antifúngica *in vitro* de extractos etanólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam frente a *Rhizoctonia solani* Kühn y *Stemphylium solani* Weber. Para ello, se obtuvieron extractos etanólicos a partir de hojas de *Moringa oleifera* Lam y se utilizó la maceración con agitación magnética como método de extracción. El rendimiento del proceso fue 185,89 mg·g<sup>-1</sup> de MS y el contenido de fenoles en el extracto fue 24,86 mg·g<sup>-1</sup> de MS. Los ensayos de actividad antifúngica *in vitro* se realizaron mediante microdiluciones en placas de 96 pocillos; como resultado se observó la inhibición de crecimiento micelial en ambos fitopatógenos con el aumento de las concentraciones evaluadas. Frente a *R. solani*, el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento micelial fue 68,15 % y 0,39 mg·ml<sup>-1</sup> como la mínima concentración inhibitoria del extracto. En el caso de *S. solani*, se inhibió hasta el 63,97 % del crecimiento del hongo y la mínima concentración inhibitoria fue 3,13 mg·ml<sup>-1</sup>. Los resultados demuestran la capacidad antifúngica *in vitro* de extractos etanólicos foliares a partir de *M. oleifera* frente a dos hongos fitopatógenos.

**Palabras clave:** antifúngico, fenoles, hojas, moringa, *Rhizoctonia solani*, *Stemphylium solani*.

**ABSTRACT:** This research is aimed at determining the *in vitro* antifungal activity of ethanolic leaf extracts of *Moringa oleifera* Lam against *Rhizoctonia solani* Kühn and *Stemphylium solani* Weber. For this purpose, ethanolic extracts were obtained from *M. oleifera* leaves and maceration with magnetic stirring was used as an extraction method. The yield of the process was 185.89 mg·g<sup>-1</sup>DM and phenol content in the extract was 24.86 mg·g<sup>-1</sup> de DM. The *in vitro* antifungal activity tests were carried out through microdilutions in 96-well plates. As a result, mycelial growth inhibition was observed in both phytopathogens with the increase of the evaluated concentrations. Compared to *R. solani*, the highest percentage of mycelial growth inhibition was 68.15 % and 0.39 mg·ml<sup>-1</sup> as the minimum inhibitory concentration of the extract. In the case of *S. solani* it was inhibited up to 63.97 % of the fungus growth and the minimum inhibitory concentration was 3.13mg·ml<sup>-1</sup>. The results demonstrate the *in vitro* antifungal capacity of ethanolic leaf extracts from *M. oleifera* against two phytopathogenic fungi.

**Key words:** antifungal, phenols, leaves, moringa, *Rhizoctonia solani*, *Stemphylium solani*.

\*Autor para correspondencia: Claudia Linares Rivero. E-mail: [claudia@bioplantas.cu](mailto:claudia@bioplantas.cu)

Recibido: 30/09/2019

Aceptado: 30/04/2020

## INTRODUCCIÓN

Anualmente, las producciones agrícolas sufren severas pérdidas por el ataque de fitopatógenos. *Rhizoctonia solani* Kühn y *Stemphylium solani* Weber son dos hongos que ocasionan afectaciones importantes a diversas especies vegetales de interés económico, como la papa o patata (*Solanum tuberosum*), el tomate (*Solanum lycopersicum*), la berenjena (*Solanum melongena*) y los chiles, ajíes o pimientos (*Capsicum* spp.) pertenecientes a la familia *Solanaceae* (1).

El uso indiscriminado de agroquímicos para el control de plagas puede provocar problemas de desequilibrio ambiental, a la salud humana y el surgimiento de plagas más agresivas y resistentes (2); por lo que resulta necesaria la búsqueda de otras alternativas para el control de estas enfermedades. Los productos naturales, entre ellos los compuestos fenólicos provenientes de extractos vegetales, se conocen por su marcada bioactividad (3); son biodegradables e inocuos para el medio ambiente y el hombre (4).

*Moringa oleifera* Lam es una especie vegetal que posee altos contenidos de compuestos fenólicos, principalmente en sus hojas, lo cual es objeto de estudio en varias investigaciones enfocadas, principalmente, a la salud humana (5,6). Sin embargo, sus propiedades biológicas son menos estudiadas frente a patógenos de plantas. Hasta la fecha solo se informaron estudios de actividad antifúngica frente a *Rhizoctonia solani* Kühn y *Stemphylium solani* Weber con extractos acuosos de semillas (1,7) de *M. oleifera*, así como de hojas (7) en menor medida. Por otro lado, el uso de extractos hidroalcohólicos o etanólicos de otras plantas para el control de estas enfermedades demostró resultados promisorios, dada la composición química de los mismos (8). Teniendo en cuenta estos antecedentes, el objetivo del estudio fue determinar la actividad antifúngica *in vitro* de extractos etanólicos foliares de *M. oleifera* frente a *R. solani* y *S. solani*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron hojas de *M. oleifera* como material vegetal. La colecta se realizó en la

Estación Experimental “Juan Tomás Roig” del Centro de Bioplantas (21°53'28.8"N 78°41'36.5"W), provincia Ciego de Ávila, Cuba, en el mes de noviembre de 2016. Las plantas de *Moringa oleifera* cv. Supergenius contaban con cinco años de edad y buen estado fitosanitario.

Las hojas se secaron en una estufa modelo HS62A a 60°C durante 72 h hasta masa constante. Las extracciones se realizaron a partir de 10 g del polvo de hojas secas. Se utilizó, como solvente, etanol comercial (95 %) en una proporción 1:30 (m:v) y 3 h como tiempo de extracción. Para las extracciones se utilizó un agitador magnético (RETOMED AM.04) a temperatura ambiente (27 ± 2°C). Se realizaron cinco réplicas de la extracción.

Se tomaron alícuotas de 1 ml (por triplicado) del extracto obtenido y se concentró hasta sequedad a 50°C en SpeedVac SC100 Savant. El producto obtenido se pesó y el rendimiento de extracción se calculó en miligramos de extracto crudo por gramos de masa seca inicial (mg·g<sup>-1</sup> de MS). El contenido de fenoles solubles, en las muestras, se determinó (por triplicado) mediante el método colorimétrico Folin-Ciocalteu (9). Se mezclaron 10 µl del extracto etanólico, 990 µl de agua destilada y 100 µl del reactivo Folin-Ciocalteu. Luego de 5 min, se añadió a la mezcla 600 µl de carbonato de sodio saturado en hidróxido de sodio 1 M. Pasada una hora se midió la absorbancia a 725 nm en espectrofotómetro UV-Vis (Pharmacia LKB. Ultrospec II Holanda). El resultado se expresó en mg·g<sup>-1</sup> de MS, referido a una curva patrón de ácido clorogénico.

Se utilizaron cultivos monospóricos de *R. solani* y *S. solani*, suministrados por los ceparios del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Camagüey y del Laboratorio de Biología de la Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas, Cuba. Los dos hongos evaluados se cultivaron en medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA) a 28°C en oscuridad. Posteriormente, se resuspendieron en agua destilada estéril. Se midió la absorbancia a luz UV595nm (DO<sub>595nm</sub>=0,1). La evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* del extracto etanólico foliar de *M. oleifera* se realizó a las 24 y 48 h de crecimiento activo de ambos patógenos. Pasado este tiempo, los

microorganismos mostraron un desarrollo estable sin diferencias significativas hasta las 120 h, conocido como “fase de meseta”.

Para determinar la actividad antifúngica de los extractos se utilizó el método de microdilución en placas de 96 pocillos (placas de ELISA) (10). Para el medio de cultivo boniato-dextrosa (BD) se utilizaron 100 g de boniatos pelados y hervidos (en agua más de 30 min) y 20 g de dextrosa. Se utilizaron extractos crudos secos con rendimiento de extracción de 185,89 mg·g<sup>-1</sup> de MS y contenido de fenoles de 24,86 mg·g<sup>-1</sup> de MS, los cuales se disolvieron en dimetilsulfóxido (DMSO 3 %) (v/v) hasta una concentración de 200 mg·ml<sup>-1</sup>. Se evaluaron diluciones seriadas en los pocillos que generaron concentraciones de 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125; 1,56; 0,78; 0,39; 0,20 y 0,10 mg·ml<sup>-1</sup> lo que representó el 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125; 1,56; 0,78; 0,39; 0,20 y 0,10 %, respectivamente. El experimento se realizó dos veces, con cuatro réplicas cada vez.

Las placas se incubaron a 28°C hasta 120 h. La cuantificación del crecimiento de los patógenos se realizó usando análisis espectrofotométrico en un lector de placas de ELISA (TECAN Austria GmbH, modelo: SUNRISE - Básico TECAN), mediante la lectura de la absorbancia a 595 nm (DO<sub>595 nm</sub>). Se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC %), mediante la siguiente fórmula:

$$PIC = \left( \frac{DO_{595nm}Control - DO_{595nm}Tratamiento}{DO_{595nm}Control} \right) * 100$$

Se determinaron el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (MPIC), la concentración media (CM<sub>50</sub>), como la concentración efectiva de extracto que provocó un PIC de aproximadamente 50 %, y la concentración mínima inhibitoria (CMI), como la mínima concentración de extracto que inhibió el crecimiento del hongo.

Los valores de PIC a las 24 y 48 horas se transformaron según la fórmula:  $x' = 2 * \arcsen \left( \frac{x}{100} \right) / 2$  y se compararon mediante un ANOVA simple como experimento monofactorial con más de dos niveles; se empleó el programa utilitario Statistical Package for Social Sciences (SPSS) (versión 20 para Windows, SPSS Inc.). Las medias se compararon mediante la prueba Tukey para  $p \leq 0,05$ . Previamente se demostró en cada experimento

que los datos de cada tratamiento cumplieran los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas, según las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente para  $p \leq 0,05$ .

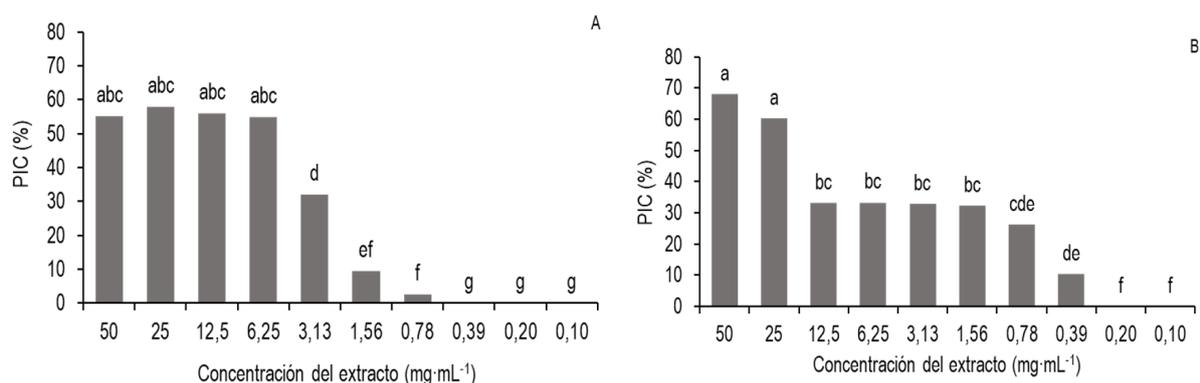
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de inhibición del crecimiento micelial *in vitro* del extracto frente a *R. solani* y *S. solani*, a las 24 y 48 h de evaluación, se representan en las Figuras 1 y 2, respectivamente. Los extractos etanólicos, a partir de hojas de *M. oleifera*, mostraron actividad antifúngica *in vitro* frente ambos fitopatógenos hasta las 48 h evaluadas.

Se inhibió más del 50 % el crecimiento microbiano de ambos fitopatógenos y los mayores PIC se alcanzaron a las mayores concentraciones del extracto. Los MPIC de *R. solani* se obtuvieron con las primeras cuatro concentraciones del extracto en 24 h, sin diferencias significativas entre ellas. Pasadas 48 h experimentales, el valor de MPIC se incrementó aproximadamente un 11 % respecto a la evaluación anterior. La CM<sub>50</sub> fue 6,25 mg·ml<sup>-1</sup> y la CMI de 0,78 mg·ml<sup>-1</sup> a las 24 h. Por su parte, a las 48 h de actividad antifúngica, la CM<sub>50</sub> fue 25 mg·ml<sup>-1</sup> y el valor correspondiente a la CMI fue 0,39 mg·ml<sup>-1</sup>.

Estudios realizados por Mohamedy *et al.* (11), a partir de extractos acuosos foliares al 50 % (v/v), lograron 90 % de inhibición del crecimiento micelial y 85 % de inhibición de la germinación de *R. solani*. En contraste, en la presente investigación se logró 68,15 % de inhibición del crecimiento micelial al 50 % del extracto. Estos resultados pueden relacionarse con las diferencias entre la naturaleza del extracto foliar y el uso de otra técnica para la determinación de actividad biológica. Ejaz *et al.* (1) obtuvieron también mayor inhibición (86 %) de *R. solani* a partir de extractos acuosos foliares de *M. oleifera* a 50 y 75 % (v/v) y utilizando la técnica de difusión por disco, respecto a los resultados mostrados en la Fig. 1.

Goss *et al.* (7) utilizaron el medio de cultivo PDA envenenado con extractos acuosos de hojas



**Fig. 1.** Actividad antifúngica *in vitro* en ensayo de microdilución de extractos etanólicos foliares de *Moringa oleifera* frente a *Rhizoctonia solani* a las 24 h (A) y 48 h (B). Porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC (%)) de *R. solani*. Control de solvente (DMSO para cada dilución y tiempo de incubación). Medias con letras distintas difieren significativamente para datos transformados según la fórmula:  $x' = 2 \cdot \arcsin \left( \frac{x}{100} \right)^{1/2}$  (ANOVA simple y Tukey para  $p \leq 0,05$ ,  $n=4$ ). / *In vitro antifungal activity in microdilution assays of Moringa oleifera leaf ethanolic extracts against Rhizoctonia solani at 24 h (A) and 48 h (B). Growth inhibition percentage of (GIP (%)) of R. solani. Solvent control (DMSO for each dilution and incubation time). Means with different letters differ significantly for data transformed according to the formula:  $x' = 2 \cdot \arcsin \left( \frac{x}{100} \right)^{1/2}$  (one-way ANOVA and Tukey for  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).*

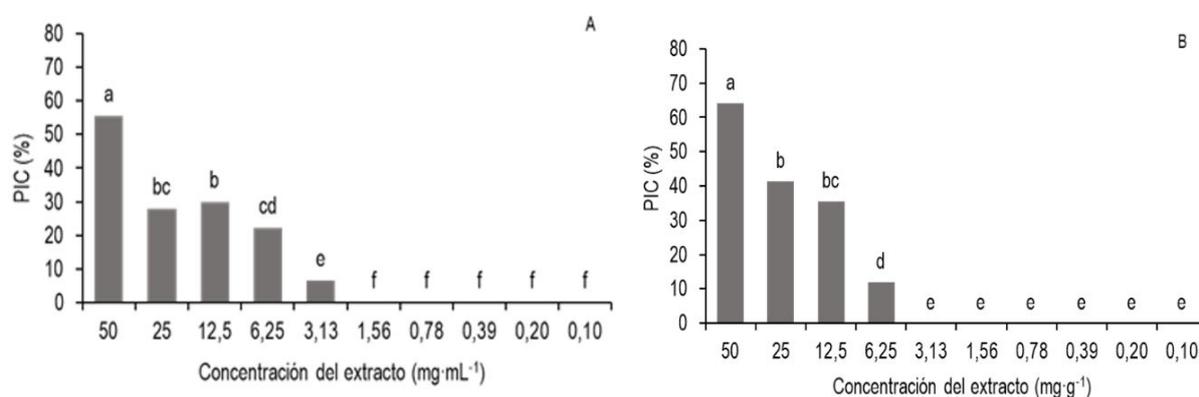
y semillas al 30 % y obtuvieron 45 % para el extracto de hojas, resultados inferiores a los alcanzados en esta investigación. Los autores atribuyen la mayor actividad antifúngica del extracto de semilla (57 %) a la presencia del compuesto pterigospermina. Mientras que, el extracto etanólico foliar del presente estudio inhibió a 50 y 25 %, hasta 68,15 % del crecimiento micelial de *R. solani*. La bioactividad del extracto de moringa puede estar asociada a su naturaleza fenólica y a la posible presencia de cumarinas volátiles, saponinas, triterpenos, esteroides, flavonoides y taninos en el extracto, previamente estudiado (12). En otro estudio realizado por Goss *et al.* (13) se midió la capacidad de controlar en campo la defoliación ocasionada por *R. solani* con resultados positivos a partir de extractos acuosos foliares, pero a concentraciones de 60, 100 y 140 % (m/v).

Otros autores lograron de 90 a 100 % de inhibición del crecimiento micelial de este fitopatógeno con extractos hidroalcolicos foliares de *Agapanthus africanus*, *Cinnamom umverum* J. Presl, *Pimpinella anisum* L., *Nigella sativa* L. y *Syzygium aromaticum* L. (14). Sin embargo, extractos acuosos foliares de *Cyperus* spp., *Eryngium elegans* Cham. y *Urtica dioica* L. no tuvieron ningún efecto inhibitorio *in vitro* frente a

*R. solani* (15). De acuerdo a estos estudios, la polaridad del extracto vegetal juega un papel fundamental en la bioactividad del mismo. Por lo que los preparados foliares de polaridad media pueden mostrar mayor contenido de compuestos activos contra este hongo que los extractos más polares (acuosos).

En la Figura 2 se muestran los PIC del extracto a las 24 y 48 h de incubación del patógeno *S. solani*. En este caso también se evaluó la actividad antifúngica hasta las 48 h de activo crecimiento del hongo. El MPIC de *S. solani* superó el 50 % en el primer tiempo de evaluación; este valor aumentó aproximadamente hasta 8 % a las 48 h. La concentración media en ambos tiempos coincidió con la mayor concentración del extracto y la mínima concentración inhibitoria fue 3,13 y 6,25 mg·mL<sup>-1</sup> en las 24 y 48 h, respectivamente.

Hasta la fecha, no se informan estudios con resultados referentes a la actividad antifúngica *in vitro* de extractos etanólicos foliares de *M. oleifera* frente a *S. solani*. Otros autores mencionaron el uso de extractos foliares acuosos de *M. oleifera* frente a otras especies del género *Stemphylium*. Es el caso de *S. vesicarium*, frente al cual se probó en medio de cultivo envenenado extractos acuosos foliares al 10 % (v/v); donde se



**Figura 2.** Actividad antifúngica *in vitro* en ensayo de microdilución de extractos etanólicos foliares de *Moringa oleifera* frente a *Stemphylium solani* a las 24 h (A) y 48 h (B). Porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC (%)) de *S. solani*. Control de solvente (DMSO para cada dilución y tiempo de incubación). Medias con letras distintas difieren significativamente para datos transformados según la fórmula:  $x' = 2 * \arcsen ((x/100)1/2)$  (ANOVA simple y Tukey para  $p \leq 0,05$ ,  $n=4$ )./ *In vitro antifungal activity in microdilution assays of Moringa oleifera leaf ethanolic extracts against Stemphylium solani at 24 h (A) and 48 h (B). Growth inhibition percentage of (GIP (%)) of S. solani. Solvent control (DMSO for each dilution and incubation time). Means with different letters differ significantly for data transformed according to the formula:  $x' = 2 * \arcs ((x / 100) 1/2)$  (one-way ANOVA and Tukey for  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).*

obtuvo una buena inhibición del crecimiento fúngico (89,47 %) (16). Sin embargo, en dicho estudio y a diferencia de la presente investigación, a medida que se aumentó la concentración del extracto en el medio disminuyó la actividad antifúngica del mismo.

Extractos alcohólicos foliares de *Acacia farnesiana* L., *Parthenium hysterophorus* L. y *Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. al 5 % en medio de cultivo obtuvieron porcentajes de inhibición micelial de *S. solani* (60-65 %) similares al 63,97 % alcanzado con el extracto de *M. oleifera* a la concentración de 50 % (17). En ambos casos se logra un incremento del porcentaje de inhibición en el tiempo. Por otro lado, los resultados mostrados en este estudio se comportaron superiores, con un 35 % de inhibición micelial a 12,5 % de concentración del extracto respecto a los obtenidos por Anfoka *et al.* (18). A partir de hojas de *Olea europaea* y *Euphorbia macroclada*, se obtuvo solamente el 10,7 y 18,8 % de inhibición, respectivamente, al 13 % de concentración de los extractos en el medio de cultivo. Para el caso de *O. europaease* ensayaron, principalmente, compuestos fenólicos purificados en columnas cromatográficas de sílica gel. La mayor actividad antifúngica del extracto crudo de *M. oleifera* pudo estar asociado

a la presencia de sinergismo entre la mezcla de constituyentes bioactivos contenidos en el extracto. En ocasiones, la combinación natural de compuestos manifiesta mayor propiedad antimicrobiana que compuestos puros (19).

De manera general, los extractos etanólicos de *M. oleifera* fueron activos frente a *R. solani* y *S. solani*. Ambos hongos pueden vivir en el suelo y afectan foliarmente a los cultivos, por lo que sus mecanismos de infección son similares. Además, son patógenos de especies vegetales de las mismas familias lo que puede estar relacionado al comportamiento frente a los extractos ensayados (3). En ambos casos la actividad inhibitoria disminuyó con la disminución del porcentaje de concentración del extracto de *M. oleifera* en el medio y se observó que afectó a los microorganismos en su fase de crecimiento.

A partir de extractos foliares desengrasados de *M. oleifera*, Maqsood *et al.* (20) encontraron actividad antifúngica *in vitro* frente a *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* y *Candida albicans*. Sin embargo, los autores no lograron inhibir el crecimiento micelial de los hongos al 50 % de concentración. Similarmente, se han publicado estudios sobre el control de *Fusarium oxysporum* a partir de extractos etanólicos de moringa a concentraciones de 100 mg·ml<sup>-1</sup> (21), con 64,7 %

de inhibición del crecimiento micelial; sin embargo, en la presente investigación el extracto etanólico de *M. oleifera* al 50 % mostró la mayor inhibición micelial de 68,15 y 63,97 % frente a *R. solani* y *S. solani*, respectivamente. También se informa en la literatura la actividad antifúngica de extractos vegetales de la planta para el control de varios hongos fitopatógenos del suelo (11).

Los compuestos fenólicos son capaces de mostrar diferentes mecanismos de acción frente a los microorganismos. Particularmente contra hongos que causan granulación y ruptura de las membranas citoplasmática (22); alteran la permeabilidad de las células mediante la disipación del gradiente de pH, producen la inhibición de enzimas en la membrana e inhibición en la elongación de la hifa micelial y en el desarrollo de las esporas; además de ocasionar interferencia en la generación y conservación del ATP en la célula (23).

El posible mecanismo de acción de los compuestos bioactivos contenidos en el extracto de *M. oleifera*, rico en compuestos fenólicos, pudiera involucrar daños por rupturas o desorganización en las membranas miceliales (24) y ocasionar, además, deformaciones de las hifas en la fase de crecimiento activo del hongo. Otro mecanismo podría ser mediante la interacción de los compuestos fenólicos con las proteínas de membrana. Estos compuestos interfieren en la estructura proteica produciendo cambios conformacionales o pérdida de su funcionalidad y flexibilidad estructural e inactivándolas; lo cual está relacionado con la posición y número de grupos hidroxilos enlazados a la molécula, los que pueden interactuar directamente con las proteínas mediante la formación de enlaces iónicos o enlaces por puentes de hidrógeno (25).

Los resultados alcanzados en esta investigación demuestran la capacidad antifúngica *in vitro* de extractos etanólicos foliares a partir de *M. oleifera* frente a dos hongos fitopatógenos. Se logró una inhibición del crecimiento micelial superior a 50 % contra *R. solani* a las concentraciones desde 50 hasta 6,25 mg·ml<sup>-1</sup> del extracto a las 24 h y a 50 y 25 mg·ml<sup>-1</sup> en el segundo día de evaluación. El mayor porcentaje de inhibición del crecimiento

micelial fue 68,15 %, correspondiente a la mayor concentración evaluada; y 0,39 mg·mL<sup>-1</sup> como la mínima concentración inhibitoria del extracto. Por otro lado, frente a *S. solani* se inhibió 50 % del crecimiento micelial a la concentración de 50 mg·ml<sup>-1</sup> hasta 48 h. El MPIC fue 63,97 % y la mínima concentración inhibitoria 3,13 mg·ml<sup>-1</sup>. En investigaciones futuras se evaluará la actividad biológica *in vivo* de los extractos etanólicos foliares de *M. oleifera* y se podrían determinar mecanismos de acción de los extractos sobre los fitopatógenos.

## AGRADECIMIENTOS

El colectivo de autores agradece el apoyo recibido por parte de profesionales del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Camagüey (CIGB), particularmente a los investigadores Dr. C. Rolando Morán Valdivia y al M. Sc. Nestor Mora González. En dicho instituto se realizó la mayor parte de los experimentos referentes a la investigación. Además, se agradece a Danilo Pina Morgado por su trabajo técnico. Se realiza un agradecimiento especial a la especialista M. Sc. Maribel Rivas Paneca por su colaboración y protagonismo irremplazable en el desarrollo experimental de la investigación.

## REFERENCIAS

1. Ejaz A, Hanif A, Dawar S. Management of root rot fungi of crop plants by *Moringa oleifera* Lam. Pakistan J Bot. 2017;49(1):1201-129.
2. Damalas CA. Current status and recent developments in biopesticide use. Agriculture. 2018;8(13):1-6.
3. Iglesias D, Ojito-Ramos K, Linares C, Portal O. Actividad antifúngica *in vitro* de extractos de hojas de *Citrus* spp . frente a *Stemphyllium solani* Weber. Cent Agrícola. 2017;44(3):5-12.
4. Wright GD. Unlocking the potential of natural products in drug discovery. Microb Biotechnol. 2018;0:1-3.
5. Paula PC, Sousa DOB, Oliveira JTA, Carvalho AFU, Alves BGT, Pereira ML, et al. A protein isolate from *Moringa oleifera* leaves has hypoglycemic and antioxidant effects in

- alloxan-induced diabetic mice. *Molecules*. 2017;22(271):1-5.
6. Silva F Da, Alarcón M, Reyes D. *Moringa oleifera*: potenciales usos en odontología. *Salus*. 2017;21(2):28-34.
  7. Goss M, Mafongoya P, Gubba A. *Moringa oleifera* Extracts Effect on *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* Growth. *Asian Res J Agric*. 2017;6(1):1-10.
  8. David OM, Ogunmoroti O, Ajayi O, Eleyode V, Ogunniran A, Adegbuyi TA, *et al.* A review of biological and therapeutic activities of *Moringa oleifera* Linn. *J Mod Drug Discov Drug Deliv Res*. 2017;4(3):1-13.
  9. Gurr SI, McPherson J, Bowles DJ. Lignin and associated phenolic acids in cell walls. *Mol plant Pathol Pract approach*. 1992;3:62.
  10. Borroto J, Trujillo R, Torre Y, Waksman N, Hernández M, Salazar R. Actividad antimicrobiana y toxicidad frente a *Artemia salina* del extracto diclorometánico de raíces de *Morinda royoc* L. *Rev Cuba Plantas Med*. 2011;16(1):34-42.
  11. Mohamedy RSR El, Abdallah AM. Antifungal activity of *Moringa oleifera* oil and seed extract against some plant pathogenic fungi. *Middle East J Agric Res*. 2014;3(2):242-9.
  12. Linares Rivero C, Quiñones-Gálvez J, Pérez Martínez A, Carvajal Ortiz C, Rivas Paneca M, Valdéz Cid GA, *et al.* Obtención de extractos fenólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam mediante el uso de diferentes métodos de extracción. *Biotechnol Veg*. 2018;18(1):47-56.
  13. Goss M, Mafongoya P, Gubba A. *Rhizoctonia solani* control in field grown cabbage (*Brassica oleracea*) using *Moringa oleifera* extracts, Beatrice, Zimbabwe. *Int J Plant Soil Sci*. 2017;19(4):1-9.
  14. Al-askar AA, Rashad YM. Efficacy of some plant extracts against *Rhizoctonia solani* on pea. *J Plant Prot Res*. 2010;50(3):239-43.
  15. Chávez AR, Aquino Jara AS. Control de los hongos del suelo *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Sclerotium* sp. con extractos vegetales. *Investig Agrar*. 2012;14(1):17-23.
  16. Gaikwad K, Jadhav S, Kakulte V. Management of fungal diseases of onion (*Allium cepa* L.) by using plant extract. *Int J Life Sci y Pharma Res*. 2014;4(2):28-30.
  17. Rodríguez AT, Morales D, Ramírez MA. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de hongos fitopatógenos. *Cultiv Trop*. 2000;21(2):79-82.
  18. Al-Mughrabi KI, Aburjai TA, Anfoka GH, Shahrour W. Antifungal activity of olive cake extracts. *Phytopathol Mediterr*. 2001;40(3):240-4.
  19. Sonam KS, Guleria S. Synergistic antioxidant activity of natural products. *Ann Pharmacol Pharm*. 2017;2(16):1-6.
  20. Maqsood M, Qureshi R, Arshad M, Ahmed MS, Ikram M, Maqsood M. Preliminary phytochemical screening, antifungal and cytotoxic activities of leaves extract of *Moringa oleifera* Lam. From salt range, Pakistan. *Pakistan Juornal Bot*. 2017;49(1):353-9.
  21. Chiejina N, Onaebi C. *In vitro* fungicidal activity of two plant extracts against five phytopathogenic fungi of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit. *Int J Appl Nat Sci*. 2013;2(3):61-68.
  22. Jasso de Rodríguez D, Trejo-González F, Rodríguez-García R. Antifungal activity *in vitro* of *Rhus muelleri* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Ind Crops Prod*. 2015;75(Parte B):150-158.
  23. Pizzolitto RP, Barberis CL, Dambolena JS, Herrera JM, Zunino MP, Magnoli CE, *et al.* Inhibitory effect of natural phenolic compounds on *Aspergillus parasiticus* growth. *J Chem*. 2015;2015:1-7.
  24. Kotb DA, Shahein MR, Whab MAA El, Metwally MMK. Determination of polyphenolic compounds and antioxidant activity of olive leave, moringa leave and marigold petals extracts. *World J Dairy Food Sci*. 2017;12(2):102-107.
  25. Okumu M, Mbaria J, Kanja L, Gakuya D, Kiama S. Phytochemical profile and antioxidant capacity of leaves of *Moringa oleifera* (Lam) extracted using different solvent systems. *J Pharmacogn Phytochem*. 2016;5(4):302-308.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Claudia Linares Rivero:** Concibió la idea de la presente investigación. Participó en el diseño experimental y en el desarrollo de las técnicas operatorias. Realizó pruebas para evaluar los resultados y contribuyó en el análisis e interpretación de los mismos. Participó en la búsqueda de información y en la toma de datos. Realizó la redacción del documento final. **Janet Quiñones-Galvez:** Participó en la concepción de ideas para la presente investigación. Participó en el diseño de la investigación y en el desarrollo de las técnicas operatorias. Contribuyó en la obtención de los resultados y en la realización de pruebas para su evaluación. Participó en el análisis de los resultados, en la redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido. **Yanelis Karina Capdesuñer Ruiz:** Participó en la concepción de ideas para la presente investigación. Participó en el diseño de la investigación y en el desarrollo de los experimentos. Participó en las pruebas y análisis realizadas para evaluar los resultados y en la búsqueda de información. Participó en la redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido. **Geeisy Angela Cid Valdéz:** Participó en el diseño y desarrollo de los experimentos. Colaboró en el desarrollo de pruebas para la evaluación de los resultados y en el análisis de las mismas. Tuvo parte en la búsqueda de información. **Aurora Terylene Pérez Martínez:** Colaboró en la investigación, contribuyó al desarrollo de los experimentos y participó en las pruebas realizadas para evaluar los resultados. Participó en el análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido. **Carol Cristina Carvajal Ortiz:** Colaboró en la investigación con la búsqueda de información para el diseño experimental. Participó en el análisis de los resultados y en la revisión crítica del contenido del artículo. **Lianny Pérez Gómez:** Participó en las pruebas realizadas para evaluar los resultados y el análisis de los mismos. Colaboró en la redacción del artículo y su revisión crítica.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)