

Extractos botánicos en el control de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. causante de antracnosis en mango (*Mangifera indica* L.)

Botanical pesticides in the control of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. causing anthracnose in mango

Sergio Ayvar-Serna¹, José Francisco Díaz-Nájera¹*, Edna F. Valdez-Hernández², Antonio Mena-Bahena¹

¹Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, en Cocula, Guerrero, México.


²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.




10.57201/ieuna2323326


Sección: Artículo Original

*Autor correspondiente:
francisco.najera@csaegro.edu.mx

Editor:
Cynthia Cazal , Universidad Nacional de Asunción. Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT). San Lorenzo, Paraguay

Editor invitado:
María Cristina Romero , Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas (FCQ). San Lorenzo, Paraguay

Recibido:
20 de abril de 2023
Aceptado:
22 de junio de 2023
Recibido en versión modificada:
12 de julio de 2023

Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons  "CC BY 4.0".

Declaración de conflicto: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

e-ISSN 2709-0817

Como citar: Ayvar-Serna, S., Díaz-Nájera, J. F., Valdez-Hernández, E. F. y Mena-Bahena, A. (2023). Extractos botánicos en el control de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. causante de antracnosis en mango (*Mangifera indica* L.). Revista investigaciones y estudios-UNA, 14(2), 50-55.

Resumen. *Colletotrichum gloeosporioides* es uno de los patógenos más destructivos del mango en campo y postcosecha en el mundo. Se busca mejorar el manejo integrado mediante la selección de extractos vegetales fungitóxicos que ayuden a reducir la aplicación de fungicidas químicos. El objetivo de esta investigación fue comparar la efectividad biológica fungicida o fungistática *in vitro* de extractos botánicos contra *C. gloeosporioides*. Se utilizaron como tratamientos T₁= Progranic NeemAcar® (extractos de neem *Azadirachta indica* 55 % + canela-*Cinnamomum zeylanicum* 15 %), T₂= Regalia Maxx® (extracto de falopía *Reynutria sachalinensis* 20 %), T₃= Progranic Mega® (extracto de gobernadora-*Larrea tridentata* 95 %), T₄= Testigo. Se utilizó una cepa de *C. gloeosporioides* patogénica previamente identificada en el laboratorio; se evaluó con la técnica de cultivo en PDA envenenado mediante el diseño completamente al azar con cinco repeticiones, la unidad experimental fue una placa Petri con 20 mL de PDA. Se midieron diariamente por 10 días el crecimiento micelial y el porcentaje de inhibición de *C. gloeosporioides*. Se realizaron el análisis de varianza y la comparación de medias por el método de Tukey. Se encontró que el extracto botánico Progranic NeemAcar® presentó 100 % de efectividad biológica. Los productos Regalia Maxx®, Progranic Mega® inhibieron 80 y 23 % el crecimiento del patógeno, respectivamente. Los pesticidas botánicos Progranic NeemAcar® y Regalia Maxx® tienen potencial para utilizarse en el manejo integrado en forma individual o alternada con los fungicidas contra el patógeno de la antracnosis en mango.

Palabras clave: Inhibición, hongos fitopatógenos, fungicida.

Abstract. *Colletotrichum gloeosporioides* is one of the most destructive pathogens of mango in the field and postharvest in the world. The aim is to improve integrated management through the selection of fungitoxic plant extracts that help reduce the application of chemical fungicides. The objective of this research was to compare the *in vitro* biological effectiveness of botanical products against *C. gloeosporioides*. The treatments used were T₁= Progranic NeemAcar® (neem extracts *Azadirachta indica* 55 % + cinnamon-*Cinnamomum zeylanicum* 15 %), T₂= Regalia Maxx® (reynutria sachalinensis fallopia extract 20 %), T₃= Progranic Mega® (governadora extract -*Larrea tridentata* 95 %), T₄= Control. A pathogenic strain of *C. gloeosporioides* previously identified in the laboratory was used; It was evaluated with the culture technique in poisoned PDA by means of a completely randomized design with five repetitions, the experimental unit was a Petri dish with 20 mL of PDA. Mycelial growth and percentage inhibition of *C. gloeosporioides* were measured daily for 10 days. Analysis of variance and comparison of means were performed using the Tukey method. It was found that the botanic extract Progranic NeemAcar® presented 100 % biological effectiveness. The Regalia Maxx® and Progranic Mega® products inhibited the growth of the pathogen by 80 and 23 %, respectively. The botanical pesticides Progranic NeemAcar® and Regalia Maxx® have the potential to be used in integrated management individually or alternately with fungicides against the anthracnose pathogen on mango.

Keywords: Plant extracts, *Colletotrichum gloeosporioides*, fungicide.

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) se cultiva con fines comerciales principalmente en La India, Indonesia, Tailandia, México y otros 87 países (Kumari et al., 2017); en donde es afectado *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., que causa la antracnosis (Sharma y Kulshrestha, 2015); puede disminuir la productividad hasta 90 % y provocar cuantiosas pérdidas económicas a los productores (Espinosa et al., 2004). El control de la enfermedad se realiza mediante fungicidas sistémicos y de contacto (Iqbal et al., 2022); que son efectivos para reducir la incidencia de antracnosis en campo (Akem, 2006; Prashanth et al., 2008). El género *Colletotrichum* se caracteriza por el rápido desarrollo de resistencia a fungicidas químicos como el tiabendazol, tiofanato-metílico y azoxistrobin, los cuales actúan en un solo sitio celular (Torres-Calzada et al., 2015), pero también provocan daños a la salud humana, contaminan los ecosistemas, son residuales y afectan la inocuidad de los alimentos (Ciofini et al., 2022). Por lo cual, el uso de extractos derivados de las plantas son una alternativa segura, renovable y prometedora para disminuir, complementar o sustituir el uso de los fungicidas industriales. La presente investigación se enfocó a determinar la efectividad de algunos extractos botánicos para inhibir el crecimiento *in vitro* de *C. gloeosporioides*.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología del Centro de Estudios Profesionales (CEP) del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro). Se utilizó una cepa patogénica de *C. gloeosporioides* obtenida de la colección existente en este en el laboratorio y se evaluó la susceptibilidad a los tratamientos. T₁= Progranic NeemAcar® (extractos de neem *Azadirachta indica* 55 % + canela-*Cinnamomum zeylanicum* 15 %), T₂= Regalia Maxx® (extracto de falopía *Reynutria sachalinensis* 20 %), T₃= Progranic Mega® (extracto de gobernadora-*Larrea tridentate* 95 %), T₄= Testigo. Estos productos se adquirieron en el mercado, se utilizaron en las dosis de 0,1; 0,07 y 0,1 mL de la formulación comercial por 20 mL de medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA). Se evaluaron mediante la técnica de cultivo en papa-dextrosa-agar (PDA) envenenado (Kumar y Mane, 2017), en diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones. Se utilizó como unidad experimental la placa Petri con 20 mL de PDA+ pesticida; se depositó en el centro de la caja, un disco de 5 mm de diámetro cortado de la colonia del patógeno incubado 10 días antes. Las cajas se incubaron a temperatura ambiente (≈ 27 °C), fotoperiodo natural (12 h luz/oscuridad) y ≈ 43 % de humedad relativa en el laboratorio. Se midió cada 48 horas durante 12 días el diámetro de la colonia (cm) y se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento del fitopatógeno, con la fórmula de Patil *et al.* (2014). Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias (Tukey) con el programa SAS Institute® Inc. (SAS, 2015).

Resultados y Discusión

Los tratamientos provocaron efectos altamente significativos sobre el crecimiento del micelio del hongo ($p < 0,0001$). La mayor reducción de éste se observó en Progranic NeemAcar[®], a diferencia de los tratamientos Regalia Maxx[®] y Progranic Mega[®], en donde los promedios de inhibición fueron: 80; 23; 87 y 90 %, respectivamente (Figura 1).

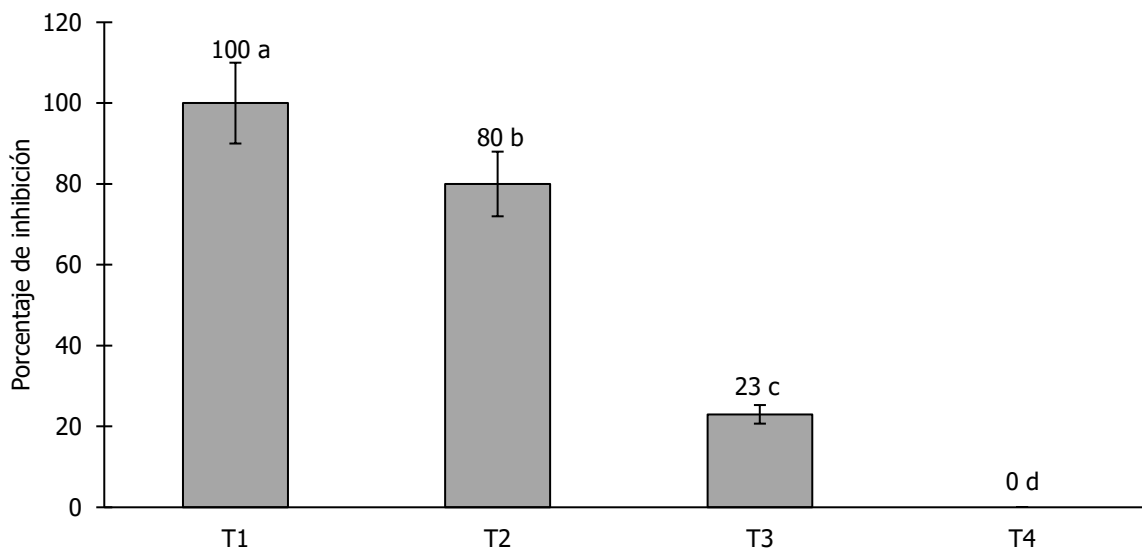


Figura 1. Porcentaje de inhibición de la colonia de *C. gloeosporioides*. por tratamiento en el Ensayo III. **T**₁= PROGRANIC NeemAcar[®] (Extractos de neem -*Azadirachta indica*- 55 % + canela -*Cinnamomum zeylanicum*- 15 %), **T**₂= Regalia Maxx[®] (Extracto de falopía -*Reynutria sachalinensis*- 20 %), **T**₃= Progranic Mega[®] (Extracto de gobernadora -*Larrea tridentata*- 95 %) y **T**₄= Testigo. DMS= Diferencia mínima significativa. Los valores promedios encima de las columnas, con las mismas letras no son estadísticamente diferentes (Tukey $\alpha = 0,05$).

El hallazgo más interesante de esta investigación es que, el pesticida botánico NeemAcar[®] que está patentado para el control de insectos y se ha utilizado contra plagas de interés cuarentenario como *Diaphorina citri* Kuw. (Villanueva-Jiménez et al., 2010; Varela et al., 2013) y de vectores de virus como *Bemisia tabaci* Genn. (Tucuch et al., 2015). No obstante, se encontró que presentó 100 % de efectividad para suprimir el crecimiento micelial *C. gloeosporioides*; lo que es inédito y se infiere que, además del poder insecticida, presenta gran potencial como fungicida, comparable e, incluso, superior a los promedios de inhibición (%) reportados en el estudio realizado por Shovan et al. (2008) con los fungicidas químicos Tilt[®]-250 EC (100 %), Vitavax[®]-200 (68,20-77,41 %), Rovra[®]I 50 WP (55,26-68,20 %), Dithane[®] M-45 (20,17-26,54 %) y Cupravit[®] (18,20-22,15 %), probados *in vitro* contra *Colletotrichum dematium*, aislado de soja. Por otra parte, se observó que el producto orgánico Regalia Maxx[®] también mostró nivel de 80 % de inhibición patógeno, que es el mínimo establecido para dictaminar que el producto es efectivo contra hongos patógenos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SADER] 2015). El efecto fungicida de Regalia Maxx[®] contra hongos fitopatógenos fue reportado por Silva (2015), quien determinó que este producto aplicado *in vitro* inhibió 100 % el crecimiento de *Moniliophthora roreri*. Asimismo, en ensayos *in vivo* se ha

demostrado que el extracto de *Reynutria sachalinensis* (Polygonaceae) actúa como inductor de resistencia del hospedante frente a hongos fitopatógenos, tal como lo reportaron Daayf *et al.* (1995) quienes determinaron que el efecto fungicida de este extracto vegetal contra la cenicienta en pepino (*Sphaerotheca fuliginea*) fue tan efectivo como el benomilo y, además, favoreció el incremento de fenoles antifúngicos, así como la concentración de clorofila en el follaje. Después, Daayf *et al.* (2000) encontraron que el tratamiento foliar preventivo con extractos de esta planta redujo significativamente la incidencia de oídio en cultivares susceptible (Mustang) y tolerante (Flamingo) de pepino (*Cucumis sativus*), en los cuales hubo acumulación de compuestos fenólicos (ácidos p-cumálico, cafeico y ferúlico y éster metílico del ácido p-cumárico) y ácidos hidroxicinámicos, los cuales, también mostraron efectividad contra *Botrytis cinerea*, *Pythium ultimum* y *P. aphanidermatum*, patógenos comunes del cultivo indicado. Fofana *et al.* (2002) reportaron que, en pepino se incrementaron los niveles de flavonoides fungitóxicos después de la aplicación del extracto vegetal mencionado. Además, Betz (2020) reportó que, las aplicaciones quincenales de Regalia maxx[®] redujeron significativamente la progresión *Erysiphe cruciferarum* en las plantas de wasabi (*Wasabia japonica*).

Conclusiones

Los productos botánicos Progranic NeemAcar[®] y Regalia Maxx[®] presentan potencial para utilizarse en forma individual o alternada con los fungicidas químicos recomendados para el manejo integrado del patógeno *C. gloeosporioides*, en los sistemas de producción sustentables.

Fuente de financiamiento

Sin financiamiento externo.

Contribución de autores

Concepción del estudio: S.A.-S., J.F.D.-N., E.F.V.-H., A.M.-B. **Diseño del experimento:** S.A.-S., J.F.D.-N. **Ejecución del experimento:** S.A.-S., E.F.V.-H., A.M.-B. **Verificación del experimento:** S.A.-S. **Análisis/interpretación de datos:** J.F.D.-N., E.F.V.-H. **Análisis estadísticos:** A.S.S., J.F.D.-N. **Preparación del manuscrito:** S.A.-S., E.F.V.-H., **Edición y revisión del manuscrito:** S.A.-S., J.F.D.-N., E.F.V.-H., A.M.-B. **Aprobación de la versión final del manuscrito:** S.A.-S., J.F.D.-N.

Referencias Bibliográficas

Akem, C. N. (2006). Mango anthracnose disease: Present status and future research priorities. *Plant Pathology*, 5(3), 266-273. <https://doi.org/10.3923/ppj.2006.266.273>.

- Betz, E. C. (2020). *Identification and management of wasabi pathogens in British Columbia* (Degree of Master of Science Thesis). Department of Biological Sciences Faculty of Science. Simon Fraser University. Spring. <https://summit.sfu.ca/item/20360>.
- Ciofini, A., Negrini, F., Baroncelli, R. & Baraldi, E. (2022). Management of post-harvest anthracnose: current approaches and future perspectives. *Plants*, *11*, 1856. <https://dx.doi.org/10.3390/plants11141856>.
- Daayf, F., Schmitt, A. & Belanger, R. R. (1995). The effects of plant extracts of *Reyntria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Disease*, *79*(6), 557-580. <https://dx.doi.org/10.1094/PD-79-0577>.
- Daayf, F., Ongena, M., Boulanger, R. Hadrami, I. E. & Bélanger, R. R. (2000). Induction of phenolic compounds in two cultivars of cucumber by treatment of healthy and powdery mildew-infected plants with extracts of *Reyntria sachalinensis*. *Journal of chemical Ecology*, 1579-1593. <https://dx.doi.org/10.1023/A:1005578510954>.
- Espinosa, A. J., Arias, S. J., Rico, P. H., Miranda, S. M. & Chávez, C. X. (2004). *Dinámica del daño y control de la antracnosis Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) en mango de Michoacán*. INIFAP. Folleto técnico. Núm. 5. pp. 1-28.
- Fofana, B., McNally, D. J., Labbé, C., Boulanger, R., Benhamou, N., Séguin, A. & Bélanger, R. R. (2002). Milsana-induced resistance in powdery mildew-infected cucumber plants correlates with the induction of chalcone synthase and chalcone isomerase. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, *61*(2), 121–132. <https://dx.doi.org/10.1006/pmpp.2002.0420>.
- Iqbal, S., Khan, M. A., Atiq, M., Rajput, N. A., Usman, M., Nawaz, A., Kachelo, G. A., Akram, A. & Ahmad, H. (2022). Mango anthracnose: global status and the way forward for disease management. *Journal of Innovative Sciences*, *8*(2), 222-235. | <https://dx.doi.org/10.17582/journal.jis/2022/8.2.222.235>.
- Kumar, P. & Mane, S. S. (2017). Studies on the compatibility of biocontrol agents with certain fungicides. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *6*(3), 1639-1644.
- Kumari, P. R. & Singh, R. (2017). Anthracnose of mango incited by *Colletotrichum gloeosporioides*: A comprehensive review, *International Journal of Pure & Applied Bioscience (IJPAB)*, *5*(1), 48-56. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2478>.
- Patil, N. N., Waghmo, de M. S., Gaikwad, P. S., Gajbhiye, M. H., Gunjal, A. B., Nawani, N. & Kapadnis, B. P. (2014). Potential of *Microbispora* sp. V2 as biocontrol agent against *Sclerotium rolfsii*, the causative agent of southern blight of *Zea mays* L. (Baby corn) *in vitro* studies. *Indian Journal of Experimental Biology*, *52*, 1147- 1151. <https://imsear.searo.who.int/handle/123456789/153805>.
- Prashanth, A., Sataraddi, A. R., Naik, M. K., Patil, M. B. & Patil, R. S. (2008). Evaluation of fungicides, bioagents and botanicals against pomegranate anthracnose. *Indian Journal of Plant Protection*, *36*, 283- 287.
- Torres-Calzada, C., Tapia-Tussell, R., Higuera-Ciapara, I., Martin-Mex, R., Nexticapan-Garcez, A. & Perez-Brito, D. (2015). Sensitivity of *Colletotrichum truncatum* to four fungicides and characterization of thiabendazole-resistant isolates. *Plant Disease*, *99*,1590-1595 <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-14-1183-RE>.
- SAS. (2015). *SAS/STAT® 15.1 User's Guide*. SAS Institute Inc. https://documentation.sas.com/doc/en/pgmsascdc/9.4_3.4/statug/titlepage.htm.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SADER). (2015). *Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-032-FITO-1995*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/563311/Modificaci_n_NOM-032-FITO-1995_110815.pdf.
- Sharma, M. & Kulshrestha, S. (2015). *Colletotrichum gloeosporioides*: An anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, *12*, 1233-1246. <https://doi.org/10.13005/bbra/1776>.
- Silva, P. E. M. (2015). *Control cultural inductores de resistencia y compuestos antiesporulantes en el manejo de la moniliasis (Moniliophthora roreri Cip y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao orgánico – Morropón*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura. Facultad de Agronomía. Piura, Perú. pp. 26 y 38. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/398/AGR-SIL-PER-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Shovan, L. R., Bhuiyan, M. K. A., Begum, J. A. & Pervez Z. (2008). *In vitro* control of *Colletotrichum dematium* causing anthracnose of soybean by fungicide, plant extracts and *Trichoderma harzianum*. *Int. J. Sustain. Crop Production*, 3(3), 10-17.
- Tucuch, H. J. I., Cicero, J. L., Rodríguez, M. J. C. & Baeza, R. J. J. (2015) Evaluación de dos productos orgánicos para el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius). En J. H. Martínez, R. L. López y J. C. Cámara (Eds.). *Ciencia y Tecnología Forestal y Agropecuaria en Tabasco* (pp. 166-173). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Herrera-19/publication/339570307_Ciencia_y_Tecnologia_Forestal_y_Agropecuaria_en_Tabasco/links/5e59833392851cefa1cd7645/Ciencia-y-Tecnologia-Forestal-y-Agropecuaria-en-Tabasco.pdf#page=166.
- Varela, F. S. E., Camacho, C. R., Briones, E. F. & López, S. J. A. (2013). Aceites agrícolas para el control de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en limón italiano de Tamaulipas. En *25° Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México*. Tampico, Tamaulipas, México. University of Florida. https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/24_Varela_15.pdf.
- Villanueva-Jiménez, J. A., Cabrera-Míreles, H., José-Pablo, R., Aguilar-Román, L., Murillo-Cuevas, F. D. & Díaz-Zorrilla, U. (2010). Evaluación preliminar de plaguicidas selectivos a enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), en toronja de la zona central costera de Veracruz. En *Primer simposio Nacional sobre investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el huanglongbing en México*. Monterrey. Nuevo León, México. University of Florida.