



Bioprospección de productos naturales para el control de *Pseudocercospora fijiensis*, causante de la Sigatoka negra

Bioprospection of Natural Products for the Control of *Pseudocercospora fijiensis*, the Cause of Black Sigatoka

Farid Emanuel Castro-Tzab <http://orcid.org/0009-0004-0046-3467> | le21081299@merida.tecnm.mx

Ignacio Islas-Flores <http://orcid.org/0000-0002-5353-073X>

Miguel Tzec-Simá <http://orcid.org/0000-0003-1034-2509> | tzecmyr@cicy.mx

Unidad de Biología Integrativa, Centro de Investigación Científica de Yucatán AC, Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Colonia Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: islasign@cicy.mx

Recibido: 25 de abril de 2025

Aceptado: 7 de mayo de 2025

Publicado: 04 de agosto de 2025

Resumen

Introducción. El control químico del hongo fitopatógeno *Pseudocercospora fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra en el banano, es un reto constante y causa efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente. En este trabajo se explora la capacidad antifúngica contra *P. fijiensis* de los metabolitos secundarios berberina y sanguinarina. **Objetivo.** Estudiar el efecto antifúngico y los mecanismos de acción de la berberina y la sanguinarina en el desarrollo micelial de *P. fijiensis*. **Métodos.** Se realizaron ensayos para la determinación de la concentración mínima inhibitoria (MIC₅₀) sobre placas con medio PDA inoculadas con una suspensión de 1×10^5 fragmentos miceliales de *P. fijiensis*. En cada caja se formaron pocillos en donde, por separado, en 0.1 mL se dosifica-

Abstract

Introduction. Chemical control of the phytopathogenic fungus *Pseudocercospora fijiensis*, the causal agent of black Sigatoka in banana, is a constant challenge and causes negative effects on health and the environment. In this work, the antifungal capacity of the secondary metabolites berberine and sanguinarine against *P. fijiensis* is explored. **Objective.** Assess the antifungal effect and mechanisms of action of berberine and sanguinarine on mycelial development of *P. fijiensis*. **Methods.** Assays for the determination of the minimum inhibitory concentration (MIC₅₀) were performed on plates with PDA medium inoculated with a suspension of 1×10^5 mycelial fragments of *P. fijiensis*. In each box, 0.1 mL of increasing concentrations of the commercial fungicides Mancozeb and Benomyl,

ron concentraciones crecientes de los fungicidas comerciales Mancozeb y Benomilo, berberina y sanguinarina; el control negativo fue agua y dimetilsulfóxido (DMSO) a la concentración máxima de dilución de los metabolitos secundarios. Las placas se incubaron en oscuridad a 30 °C por siete días. El efecto antifúngico se determinó a partir del diámetro promedio de los halos de inhibición del crecimiento del hongo alrededor de cada pocillo. Los ensayos se realizaron por triplicado. **Resultados y discusión.** El fungicida comercial Benomilo inhibió el 50 % del crecimiento micelial a una concentración de 500 µg/mL, mientras que la berberina indujo un efecto similar a 250 µg/mL y la sanguinarina a 25 µg/mL. Estudios similares en *Candida* spp., describieron que la berberina (Da Silva *et al.*, 2016; Shao *et al.*, 2016) y sanguinarina (Hu *et al.*, 2022), ejercieron su efecto antifúngico a través de la inhibición de enzimas clave relacionadas con la síntesis de la pared celular causando múltiples efectos pleiotrópicos. **Conclusión.** La berberina y la sanguinarina muestran actividad antifúngica contra *P. fijiensis* a diferentes concentraciones de ingrediente activo; la sanguinarina muestra el efecto más potente.

Palabras clave

Berberina, fitopatógenos, hongos, metabolitos secundarios, sanguinarina, sustentabilidad.

berberine and sanguinarine were dosed separately in 0.1 mL; the negative control was water and dimethyl sulfoxide (DMSO) at the maximum concentration of the dilution of secondary metabolites. Plates were incubated in darkness at 30 °C for 7 days. The antifungal effect was determined from the average diameter of the fungal growth inhibition halos around each well. The assays were triplicates. **Results and discussion.** The commercial fungicide Benomyl inhibited 50 % of mycelial growth at a concentration of 500 µg/mL, while berberine induced a similar effect at 250 µg/mL and sanguinarine at 25 µg/mL. Similar studies on *Candida* spp. described that berberine (Da Silva *et al.*, 2016; Shao *et al.*, 2016) and sanguinarine (Hu *et al.*, 2022), exerted their antifungal effect through inhibition of key enzymes related to cell wall synthesis causing multiple pleiotropic effects. **Conclusion.** Berberine and sanguinarine show antifungal activity against *P. fijiensis* at different concentrations of active ingredient; sanguinarine shows the most potent effect.

Keywords

Berberine, phytopathogens, fungi, secondary metabolites, sanguinarine, sustainability.

Literatura citada

- Da Silva, A. R.; De Andrade Neto, J. B.; Da Silva, C. R.; Campos, R. D. S.; Costa Silva, R. A.; Freitas, D. D.; Do Nascimento, F. B. S. A.; De Andrade, L. N. D.; Sampaio, L. S.; Grangeiro, T. B.; Magalhães, H. I. F.; Cavalcanti, B. C.; De Moraes, M. O. y Nobre Júnior, H. V. (2016). Berberine antifungal activity in fluconazole-resistant pathogenic yeasts: action mechanism evaluated by flow cytometry and biofilm growth inhibition in *Candida* spp. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 60(6): 3551-3557. <https://doi.org/10.1128/AAC.01846-15>
- Hu, Z.; Hu, H.; Hu, Z.; Zhong, X.; Guan, Y.; Zhao, Y.; Wang, L.; Ye, L.; Ming, L.; Riaz Rajoka, M. S.; He, Z.; Wang, Y. y Song, X. (2022). Sanguinarine, isolated from *Macleaya cordata*, exhibits potent antifungal efficacy against *Candida albicans* through inhibiting ergosterol synthesis. *Frontiers in Microbiology*. 13: 908461. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.908461>
- Shao, J.; Shi, G.; Wang, T.; Wu, D. y Wang, C. (2016). Antiproliferation of berberine in combination with fluconazole from the perspectives of reactive oxygen species, ergosterol and drug efflux in a fluconazole-resistant *Candida tropicalis* isolate. *Frontiers in Microbiology*. 10017. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01516>