



## Artículo de divulgación Méndez-González et al., 2024

<https://doi.org/10.61767/mjte.003.1.1620>

Recibido: 24-04-2023

Revisado: 26-04-2024

Aceptado: 01-05-2024

Publicado: 05-05-2024

# ***Metarhizium robertsii*, un prometedor aliado contra las infestaciones de Picudo en cultivos de nopal verdura**

## ***Metarhizium robertsii*, a promising ally against weevil infestations in vegetable cactus crops**

**F. Méndez-González<sup>1,\*</sup>, E. Favela-Torres<sup>2</sup> y J.J. Buenrostro Figueroa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Coordinación Delicias, C.P. 33089, Chihuahua, México.

<sup>2</sup> Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, 09340, México.

\* Correspondencia: [mg.fernandomendez@gmail.com](mailto:mg.fernandomendez@gmail.com); [fernando.mendez@ciad.mx](mailto:fernando.mendez@ciad.mx)

### Resumen

La producción de nopal verdura es una actividad estratégica en México. El nopal es resistente a enfermedades e inclemencias climatológicas; sin embargo, es susceptible al ataque de diversos insectos. Entre ellos, el Picudo del nopal (*Cactophagus spinolae*) es potencialmente dañino para la planta y, regularmente, se combate con sustancias químicas poco amigables con el medio ambiente. Como alternativa para proteger a las plantas de infestaciones de Picudo, se evaluó el uso de *Metarhizium robertsii* como un agente de control biológico. A partir de la dosificación de esporas, el microorganismo mostró capacidad para disminuir la población de Picudos en condiciones de laboratorio y en campo abierto (hasta 87 y 23%, respectivamente). Lo anterior demuestra que *M. robertsii* puede utilizarse como agente de control biológico contra el Picudo del nopal. Con base en lo anterior, se podrá generar un paquete tecnológico para la producción y aplicación de altas cantidades de esporas de *M. robertsii* para el control biológico de Picudo del nopal con un enfoque sustentable.

**Palabras clave:** Control biológico, hongos entomopatógenos, *Opuntia* spp., *Cactophagus spinolae*, bioplaguicidas.

### Abstract

The production of nopal vegetables is a strategic activity in Mexico. The nopal is resistant to diseases and inclement weather. However, it is susceptible to attack by various insects. Among them, the cactus weevil (*Cactophagus spinolae*) is potentially harmful to the plant, and no environmental chemical substances are used to combat it. Therefore, as an alternative to protect plants from weevil infestations, *Metarhizium robertsii* was evaluated as a biological



## Artículo de divulgación

Méndez-González et al., 2024

control agent. From the dosage of spores, the microorganism showed the ability to reduce the population of Weevils under laboratory conditions and in the open field. The above demonstrates that *M. robertsii* can be a biological control agent against the Prickly Pear Weevil. Considering the above, generating a technological package for producing and applying of *M. robertsii* spores for the biological control of Weevils with a sustainable approach is possible.

**Keywords:** Biological control, entomopathogenic fungi, *Opuntia* spp., *Cactophagus spinolae*, biopesticides.

### 1. Introducción

El nopal verdura (*Opuntia* spp.) es un producto endémico de México, su importancia en la gastronomía nacional lo ha posicionado dentro de los diez principales cultivos del país. Anualmente, la producción de nopal en México excede las 900 mil toneladas. La mayoría de esta producción se concentra en el Estado de Morelos, la Ciudad de México y el Estado de México. La planta de nopal tiene una gran resistencia a enfermedades y condiciones climáticas adversas; por lo que, su cultivo es relativamente sencillo y económicamente viable. Sin embargo, la producción de nopal puede ser afectada por la proliferación de insectos como el Picudo, gusano blanco, gusano cebrá, grana cochinilla, chinches, trips y minador de la tuna. Entre ellos, el Picudo (*Cactophagus spinolae*) (Figura 1) es potencialmente dañino ya que se aloja dentro de la penca, menguándola hasta el deceso de la planta (Bravo-Aviles et al., 2014).

El Picudo del nopal es comúnmente combatido con insecticidas químicos a base de fenilpirazoles, los cuales, tienen un efecto de amplio espectro, siendo capaces de dañar a insectos benéficos (como polinizadores y entomófagos) y causar desequilibrio ambiental. Una alternativa natural para controlar la proliferación de Picudo es el uso de agentes de control biológico; los cuales, son organismos que parasitan, enferman o depredan a una plaga. Entre el amplio abanico de agentes de control biológico, los hongos entomopatógenos son altamente efectivos para el control poblacional de insectos. Estos microorganismos provocan enfermedades sobre insectos específicos, disminuyendo su población sin ocasionar daños a la salud o al medio

ambiente. Especies de coleópteros como el Picudo del nopal presentan susceptibilidad a enfermedades ocasionadas por hongos del género *Metarhizium* (Zimmermann, 1993). Este antecedente motivó a evaluar a la cepa de *Metarhizium robertsii* Xoch 8.1 como agente para el control biológico de Picudo en cultivos de nopal de la Ciudad de México. Esta cepa fue aislada por la Universidad Autónoma Metropolitana a partir de muestras de tierra de la Alcaldía de Xochimilco (CDMX). Para determinar si *M. robertsii* puede utilizarse para controlar la presencia de Picudo del nopal, es necesario que el microorganismo muestre capacidad infectiva sobre el insecto al aplicarse bajo condiciones de laboratorio y, posteriormente, en zonas de cultivo.

### 2. Pruebas de laboratorio

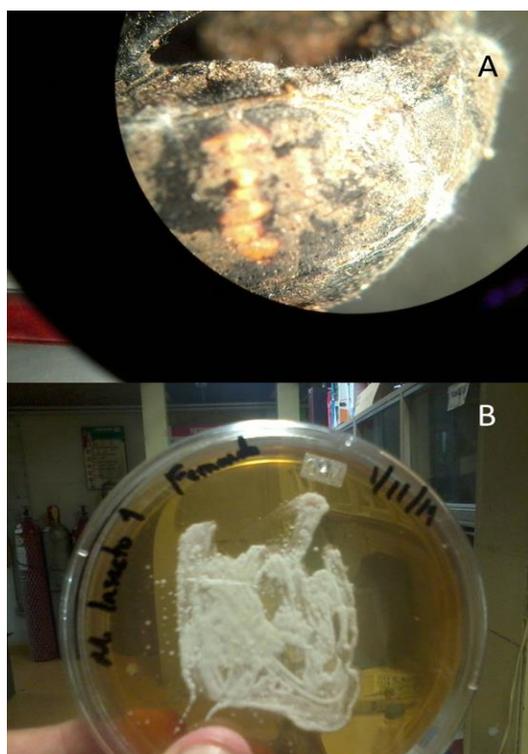
Las pruebas de laboratorio se realizan bajo condiciones ambientales controladas y corroboran si *M. robertsii* presenta actividad patógena sobre el Picudo del nopal. Para esta evaluación, se inoculan grupos de insectos con las esporas de *M. robertsii*, se comparan los índices de mortalidad entre grupos de insectos inoculados y controles positivos (insectos sin tratamiento) y, finalmente, se recolectan las esporas diseminadas en los cadáveres para comprobar que el deceso está relacionado con la actividad biológica de *M. robertsii* (Méndez-González et al., 2020). El desempeño del microorganismo en las pruebas de laboratorio fue exitoso, logrando disminuir la población de insectos infectados en un 87% a los 6 días de la aplicación (42% más mortalidad que en los grupos de control). En los insectos infectados se observó propagación de micelio sobre la cutícula



## Artículo de divulgación

Méndez-González et al., 2024

y, las colonias aisladas, morfológicamente correspondieron a *M. robertsii* (Figura 2). Lo anterior demostró la efectividad del microorganismo y la viabilidad de evaluarlo en condiciones de campo. La mortalidad alcanzada es comparable con la obtenida en bioensayos con *Beauveria bassiana* (82%) (Tafoya et al., 2004).

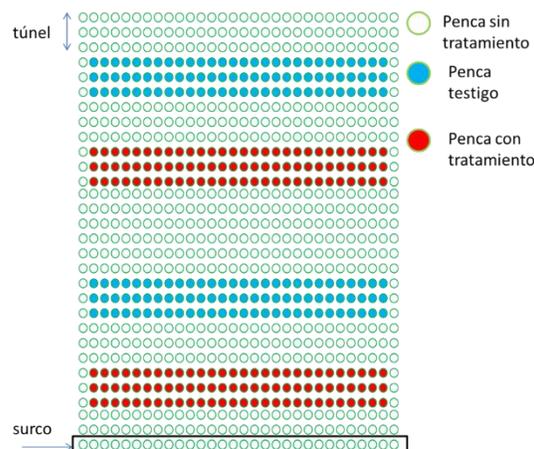


**Figura 2.** Evaluación de la capacidad infectiva de *M. robertsii* en condiciones de laboratorio. (A) Propagación del microorganismo sobre la cutícula del insecto; (B) Morfología de la colonia de *M. robertsii*.

### 3. Pruebas en zonas de cultivo

La evaluación en las zonas de cultivo son un gran reto para el microorganismo ya que, no solo deben interactuar con el insecto plaga, sino también, resistir las condiciones ambientales del sitio de aplicación. En la mayoría de los casos, estas condiciones ambientales son adversas para el desarrollo del microorganismo. En este estudio en particular, la evaluación en campo se realizó en un predio de la zona nopalera de San Lorenzo

Tlacoyucan, CDMX (N19.17506° y longitud 99.03478°). El predio se dividió en túneles de pencas usados para la aspersión de una suspensión de esporas y otros que sirvieron como testigo (asperjadas con agua), ambos separados por otros surcos utilizados como barrera física (Figura 2). Las esporas de *M. robertsii* utilizadas en el ensayo se produjeron sobre granos de arroz en bolsas de 500 g (las especificaciones pueden ser consultadas en Méndez-González et al., (2020)). Para su aplicación, las esporas se suspendieron en una solución de Tween 80 (0.05% v/v) y se aplicaron sobre las plantas con una motobomba (Figura 3). En el ensayo se aplicaron  $1 \times 10^{13}$  esporas viables por hectárea. Lo anterior en un horario por la mañana donde los Picudos emergen de sus nidos y se posan sobre la planta. Posterior a la aplicación, se monitoreó la frecuencia de avistamientos de Picudos en el predio durante cuatro semanas. Durante el periodo de muestreo no se realizó ninguna otra aplicación. En ese periodo, se observó que el tratamiento con esporas redujo la presencia de Picudos en un 23%. Este resultado demuestra que *M. robertsii* puede ser usado para el control biológico del Picudo del nopal y abre la puerta a nuevos estudios orientados a mejorar la efectividad del microorganismo durante su aplicación.



**Figura 3.** División del predio para la evaluación de *M. robertsii* en condiciones de campo.



## Artículo de divulgación

Méndez-González et al., 2024



**Figura 4.** Evaluación del uso de *M. robertsii* para el control del Picudo del nopal en zonas de cultivo. (A) Sustrato colonizado con esporas; (B) Aplicación por aspersión.

### 4. Prospectivas para el uso de *M. robertsii* en control biológico

En una etapa inmediata, los rendimientos de mortalidad alcanzados por *M. robertsii* durante la aplicación en campo, podrían mejorarse por medio de establecer un procedimiento sistemático que considere la correcta dosis y frecuencia de aplicación. Por otro lado, Méndez-González et al. (2022) sugieren que la exitosa aplicación de hongos entomopatógenos para el control de plagas depende de la producción de altas concentraciones de propágulos infectivos que cuenten con una alta resistencia a las condiciones ambientales. Por lo que, además de los estudios de aplicación, se deben desarrollar nuevas tecnologías que potencialicen el uso de *M. robertsii*.

Se ha demostrado que, una alta producción de esporas puede obtenerse en biorreactores de columna de lecho empacado (CLE) (el diseño del biorreactor pueden ser consultado en Méndez-González et al., 2018). En estos biorreactores es posible producir hasta 150% más esporas que en bolsas de plástico (Méndez-González et al., 2020). Aunque existen complicaciones para usar los CLE a nivel industrial, estudios recientes demuestran que el biorreactor puede aumentar sus dimensiones usando texturizantes sintéticos (Méndez-González et al., 2022), permitiendo el desarrollo del microorganismo bajo condiciones favorables que garanticen su capacidad infectiva. Además de los sistemas de producción, se puede fortalecer la interacción del microorganismo con la plaga abordando estrategias a nivel molecular y/o diseñando formulaciones cuyos coadyuvantes mejoren la resistencia del microorganismo al medio ambiente y promuevan su capacidad infectiva sobre las plagas (Méndez-González et al., 2022).

Como se puede apreciar, identificar que *M. robertsii* puede ser usado para el control biológico del Picudo del nopal es solo el inicio del camino; no obstante, los recientes hallazgos orientados a mejorar la producción, resistencia ambiental y capacidad infectiva de las esporas de hongos entomopatógenos generan un panorama alentador a corto plazo.

### 5. Conclusión

*Metarhizium robertsii* demostró la capacidad de infectar al Picudo del nopal en aplicaciones realizadas bajo condiciones de laboratorio y en zonas de cultivo. La aplicación del microorganismo como agente de control biológico requiere establecer un procedimiento que incluya la dosis y la frecuencia de aplicación. Además, para mejorar la interacción con la plaga, es recomendable incorporar nuevos estudios que permitan producir altas concentraciones de propágulos (esporas) infectivos que cuenten con una alta resistencia a las condiciones ambientales. Este nuevo paquete tecnológico



## Artículo de divulgación

Méndez-González et al., 2024

contribuirá al cultivo sustentable del nopal, beneficiando a miles de agricultores en México.

### 6. Agradecimientos

Los autores agradecen al doctor **Juan Gabriel Rivera Martínez**<sup>†</sup> por facilitar el acercamiento con los productores de la zona nopalera de San Lorenzo Tlacoyucan.

### 7. Referencias

1. Bravo-Avilez, D., Rendón-Aguilar, B., Zavala-Hurtado, J. A., & Fornoni, J. (2014). Primer registro de *Cactophagus spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) sobre dos especies de *Stenocereus* (Cactaceae) en el centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(3), 972–974. <https://doi.org/10.7550/rmb.43764>
2. Méndez-González, F., Castillo-Minjarez, J. M., Loera, O., & Favela-Torres, E. (2022). Current developments in the resistance, quality, and production of entomopathogenic fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 38(7), 115. <https://doi.org/10.1007/s11274-022-03301-9>
3. Méndez-González, F., Figueroa-Montero, A., Saucedo-Castañeda, G., Loera, O., & Favela-Torres, E. (2022). Addition of spherical-style packing improves the production of conidia by *Metarhizium robertsii* in packed column bioreactors. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 97(6), 1517–1525. <https://doi.org/10.1002/jctb.6993>
4. Méndez-González, F., Loera, O., Saucedo-Castañeda, G., & Favela-Torres, E. (2020). Forced aeration promotes high production and productivity of infective conidia from *Metarhizium robertsii* in solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 156, 107492. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107492>
5. Méndez-González, F., Loera-Corral, O., Saucedo-Castañeda, G., & Favela-Torres, E. (2018). Bioreactors for the production of biological control agents produced by solid-state fermentation. In A. Pandey, C. Larroche, & C. R. Soccol (Eds.), *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (pp. 109–121). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63990-5.00007-4>
6. Tafoya, E., Zuñiga-Delgadillo, M., Alatorre, R., Cibrian-Tovar, J., & Stanley, D. (2004). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycota hyphomycetes) against the cactus weevil, *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist*, 87(4), 533–536.
7. Zimmermann, G. (1993). The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pesticide Science*, 37(4), 375–379. <https://doi.org/10.1002/ps.2780370410>