

# Uso de bacterias y hongos entomopatógenos para el control de insectos plaga en la agricultura a pequeña escala<sup>ϕ</sup>

Ana Monserrat Guzmán–Hernández<sup>1</sup>, Aldo Daniel Chan–Arjona<sup>1\*</sup>,  
Roberto Rafael Ruiz-Santiago<sup>2</sup>, Esaú Ruiz-Sánchez<sup>1</sup>

## Introducción

Las bacterias y hongos entomopatógenos constituyen un grupo de microorganismos benéficos para el control de insectos plaga en la agricultura (Pathak *et al.* 2021, Deka *et al.* 2021). Sin embargo, el uso de estos microorganismos en la agricultura a pequeña escala es limitada por la falta de conocimiento sobre su eficacia, beneficios al ambiente y seguridad en su aplicación. El fácil acceso a los agroquímicos convencionales es razón de peso para que los productores agrícolas a pequeña escala usen indiscriminadamente los agroquímicos para el control de insectos plaga en cultivos (Atinkut *et al.* 2022, Anaduaka *et al.* 2023).

Si bien los agroquímicos son efectivos para el productor, el costo perjudicial al ambiente y salud humana es inminente por lo que su uso debe ser regulado (Sánchez-Gervacio *et al.* 2021). Una alternativa en sustitución a los agroquímicos para el manejo de plagas, es el uso de productos biológicos, como bacterias y hongos patógenos de insectos plaga u enfermedades, conocidos comúnmente como entomopatógenos. El objetivo es destacar la importancia del uso de bacterias y hongos entomopatógenos para el control de insectos plaga en la agricultura a pequeña escala.

<sup>ϕ</sup> <sup>1</sup>División de estudios de posgrado e investigación, Tecnológico Nacional de México/Campus Conkal, Avenida Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, México. C.P. 97345.

<sup>2</sup>Laboratorio de Biodiversidad. Escuela de Ciencias. Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca. Avenida Universidad S/N, colonia ex hacienda cinco señores, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. C.P.68120.

\*Autor de correspondencia: [aldodanielchanarjona@gmail.com](mailto:aldodanielchanarjona@gmail.com)

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5615>



## Características de la agricultura a pequeña escala

La agricultura a pequeña escala es practicada por productores rurales que cubren el 60 % de la producción de alimentos en México. Esta agricultura tiene tres características principales. La primera es que la producción obtenida tiene como fin suministrar alimento al núcleo familiar y a la comercialización a nivel local. La segunda es que se implementa en áreas pequeñas de 1 a 2 ha donde se producen distintos cultivos, tales como frijol, maíz, calabaza, sandía, limones, aguacate y chiles que pueden ser establecidos en cultivos únicos o cultivos diversificados (Fabron y Castro 2018). La tercera es el manejo agronómico de los cultivos a través de saberes tradicionales, los cuales en muchos casos contribuyen a la sustentabilidad de la producción (Sibhatu y Qaim 2017, Nakajima 2017).

## Las bacterias y hongos entomopatógenos para manejo de insectos plaga en la agricultura

La importancia de las bacterias y hongos en la agricultura es de interés mundial por su contribución en la producción de alimentos a través del control de insectos plaga y enfermedades. Además, estos microorganismos pudieran ser la pieza faltante de la agricultura para abastecer alimentos libres de agrotóxicos que afectan la salud ambiental y humana.

Se ha creado un amplio número de productos biológicos comerciales derivados de bacterias y hongos entomopatógenos los cuales son de fácil selección y adquisición (Tabla 1). Sin embargo, la falta de conocimiento sobre estos microorganismos evita que los productores a pequeña escala los integren al manejo de insectos plaga o enfermedades y, por lo tanto, prefieren adquirir plaguicidas químicos.

---

*“La agricultura a pequeña escala es practicada por productores rurales que cubren el 60 % de la producción de alimentos en México.”*

---

Tabla 1. Productos comerciales derivados de bacterias y hongos entomopatógenos para el control de insectos plaga y enfermedades.

Entomopatógenos	Laboratorio	Producto	Insectos plaga
<b>Hongos</b>			
<i>Beauveria bassiana</i>	MICROVIDA Syngenta AMVAC	BEAUBA-HIPER Botanigard MILINI	Gallina ciega Mosca blanca Gusano barrenador del tallo Gusano cogollero Trips
<i>Metarhizium anisopliae</i>	MICROVIDA Agrobionsa Microendo	META-HIPER META-SIN® INSECTPROTECT	Gusano cogollero Gusano elotero Mosca blanca Trips
<i>Isaria fumosorosea</i>	Koppert Agrobionsa	NoFly WP PAE-SIN®	Pulgones Trips Mosca blanca
	Koppert	Interceptor	Psílido de los cítricos Chicharrita
Consortio con <i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i> e <i>I. fumosorosea</i> .	Fagro	Biotech BMI	Gusano del fruto Gallina ciega Gusano cogollero Barrenador del tallo Gusano soldado Pulgón Palomilla dorso diamante
<b>Bacterias</b>			
<i>Bacillus thuringiensis</i>	VALENT BIOSCIENCES® MICROVIDA	XenTari® DF Dipel df®HIPER-DUO BT	Gusano falso medidor Gusano barrenador del tallo Gusano del fruto Gusano soldado Gusano cogollero Gusano elotero
<i>Bacillus subtilis</i>	Bayer BIOKRONE IdaiNature	Serenade® BAKTILLIS® Portento®	<i>Fusarium</i> Cenicilla Roya Moho gris Mildiú

## Aspectos para mejorar la efectividad de los productos

Una vez seleccionado y adquirido el producto comercial, se deben tener las concentraciones adecuadas para tratar al insecto plaga y a la superficie cultivada. Es importante considerar que la efectividad de los productos depende de una amplia gama de factores, entre los más importantes se encuentra el momento de la aplicación. Es importante hacer aplicaciones en estados tempranos de desarrollo del insecto plaga. Por ejemplo, para el caso del gusano cogollero se recomiendan aplicaciones de DIPEL DF® (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*) cuando las larvas se encuentran en estadios juveniles (L1, L2 y L3) para mayor eficacia.

También, para aplicar al follaje del cultivo es importante realizar la cobertura completa por las tardes para evitar exposición de las esporas a altas temperaturas y radiación solar en las siguientes 12-14 h de su aplicación, y por último se recomienda no mezclar los productos entomopatógenos con otros microorganismos o agroquímicos que no sean recomendados por las comercializadoras debido a que se puede suprimir su efectividad y permanencia en los insectos plaga o cultivos.

### Actuando sobre el insecto plaga: distintas rutas y mismo objetivo

La aplicación de bacterias y hongos entomopatógenos es para multiplicar sus colonias en el interior del insecto plaga y anularlo. Sin embargo, las rutas de infección son muy distintas. En este sentido, los hongos actúan por esporas que se adhieren y penetran la cutícula del insecto por medio de enzimas. Una vez que el hongo penetra se produce la proliferación de hifas en el interior del insecto. Dichas hifas consumen los nutrientes en la hemolinfa del insecto y emergen (Figura 1a) (Mannino *et al.* 2019, Mantzoukas *et al.* 2022).

Entre los hongos más estudiados de este beneficio están los géneros *Aschersonia*, *Beauveria*, *Hirsutella*, *Metarhizium*, *Nomuraea*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (Barra-Bucarei *et al.* 2019, Sharma *et al.* 2020). Por otro lado, las bacterias actúan a través de la ingesta por el insecto plaga, donde posteriormente actuará en el intestino medio con la liberación de toxinas (Cry) para debilitar al hospedero (insecto plaga) y así mismo poder multiplicarse y emerger por excretas (Figura 1b) (Heckel 2020, Sharma y sharma 2021). Entre las bacterias más estudiadas para este beneficio están los géneros *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Paenibacillus* y *Lisynibacillus* (Adang *et al.*, 2014; Azizoglu *et al.*, 2020).

---

*“La aplicación de bacterias y hongos entomopatógenos es para multiplicar sus colonias en el interior del insecto plaga y anularlo.”*

---

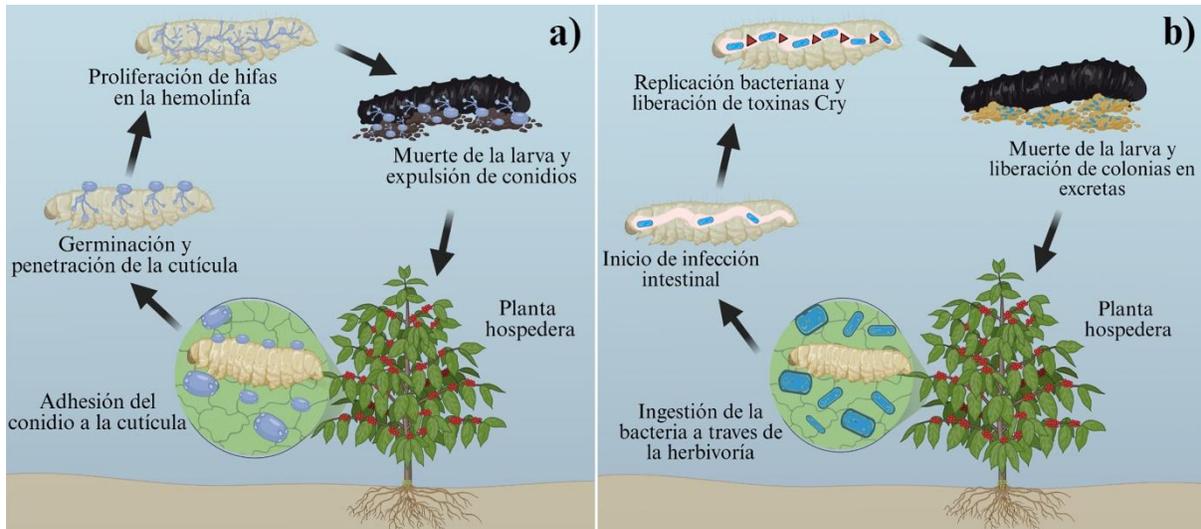


Figura 1. Ciclo de infección de los entomopatógenos sobre larvas defoliadoras. a) Infección por *Beauveria bassiana* y b) Infección por *Bacillus thuringiensis* (Imágenes creadas por Chan-Arjona A.D con Biorender.com).

## Consideraciones de equipos de protección para aplicar productos derivados de entomopatógenos

Los equipos de protección son realmente importantes para la aplicación de agroquímicos en todas sus formas (funguicidas, plaguicidas y herbicidas). Esto es debido a que estos productos son tóxicos para el ser humano cuando entran en contacto con la piel y por inhalación o por ingestión. Por esta razón su aplicación en los cultivos requiere uso de botas de hule, overol con gorro integrado, guantes, respirador y careta (Figura 2b).

A diferencia de los agroquímicos, los productos biológicos (bacterias y hongos entomopatógenos) no son tóxicos. Es por esto que su aplicación a los cultivos no es preocupante debido a que no causan algún perjuicio en la salud humana y su aplicación requiere de mínimo o nulo equipo de protección especializados (Figura 2a).



Figura 2. Uso de agroinsumos para el control de insectos plaga y enfermedades. a) Aplicación de agroinsumos biológicos y b) Aplicación de agroquímicos. (Imágenes creadas por Chan-Arjona A.D con Bing-IA).

## Conclusión

La agricultura a pequeña escala requiere de nuevas estrategias para que sea un espacio de productividad agrícola y de conservación del medio. Es por ello que, en el manejo de los cultivos, la oportunidad de uso de agroinsumos biológicos, como bacterias y hongos entomopatógenos, es fundamental. Es de suma importancia promover las estrategias sustentables en la agricultura no sólo para mejorar la salud ambiental, sino también para evitar daños a la salud humana.

---

*“A diferencia de los agroquímicos, los productos biológicos (bacterias y hongos entomopatógenos) no son tóxicos”.*

---

## Referencias

- Adang, MJ, Crickmore N y Jurat-Fuentes JL. 2014. Diversity of *Bacillus thuringiensis* crystal toxins and mechanism of action. In *Advances in insect physiology* 47: 39-87.
- Anaduaka EG, Uchendu NO, Asomadu RO, Ezugwu AL., Okeke ES y Ezeorba TPC. 2023. Widespread use of toxic agrochemicals and pesticides for agricultural products storage in Africa and developing countries: Possible panacea for ecotoxicology and health implications. *Heliyon* 9: 1-13.

- Atinkut-Asmare B, Freyer B, y Bingen J. 2022. Women in agriculture: pathways of pesticide exposure, potential health risks and vulnerability in sub-Saharan Africa. *Environmental Sciences Europe* 34(1): 89.
- Azizoglu U, Jouzani GS, Yilmaz N, Baz E y Ozkok, D. 2020. Genetically modified entomopathogenic bacteria, recent developments, benefits and impacts: A review. *Science of The Total Environment* 734: 139169.
- Deka B, Baruah C y Babu A. 2021. Entomopathogenic microorganisms: their role in insect pest management. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31: 1-8.
- Fabron G y Castro M. 2018. Agricultura Familiar y soberanía alimentaria en las nacientes de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy). *Revista De La Escuela De Antropología* 24: 5-7.
- Heckel DG. 2020. How do toxins from *Bacillus thuringiensis* kill insects? An evolutionary perspective. *Archives of insect biochemistry and physiology* 104(2): e21673.
- Mannino MC, Huarte-Bonnet C, Davyt-Colo B y Pedrini N. 2019. Is the insect cuticle the only entry gate for fungal infection? Insights into alternative modes of action of entomopathogenic fungi. *Journal of fungi* 5(2): 2-6.
- Mantzoukas S, Kitsiou F, Natsiopoulos D y Eliopoulos PA. 2022. Hongos entomopatógenos: interacciones y aplicaciones. *Enciclopedia* 2(2): 646-656.
- Nakajima C. 2017. Subsistence and commercial family farms: some theoretical models of subjective equilibrium. In *Subsistence agriculture and economic development* 1 (1): 165-184.
- Pathak AP, Rathod MG, Devarshe AM, Hundekar MR, Tengse SA y Kamble GT. 2021. Entomopathogenic microorganisms as biopesticides: a review. *Frontiers in Life Science* 3: 95-100.
- Sánchez-Gervacio BM, Bedolla-Solano R, Rosas-Acevedo JL, Legorreta-Soberanis J, Valencia-Quintana R y Juárez-López AL. 2021. Pesticide management by subsistence farmers in Mexico: baseline of a pilot study to design an intervention program. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 27(4): 1112-1125.
- Sharma L, Bohra N, Rajput VD, Quiroz-Figueroa FR, Singh RK y Marques G. 2020. Advances in entomopathogen isolation: a case of bacteria and fungi. *Microorganisms* 9(1): 21-23.
- Sharma R y Sharma P. 2021. Fungal entomopathogens: a systematic review. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31(1): 1-11.
- Sibhatu KT y Qaim M. 2017. Rural food security, subsistence agriculture, and seasonality. *PloS one* 12(10): e0186406.
- Souza B., Vázquez LL y Marucci RC. 2019. Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems 1:123.

Guzmán-Hernández AM, Chan-Arjona AD, Ruiz-Santiago RR, Ruiz-Sánchez E. 2024. *Bioagrociencias* 17 (1): 143-149.  
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5615>