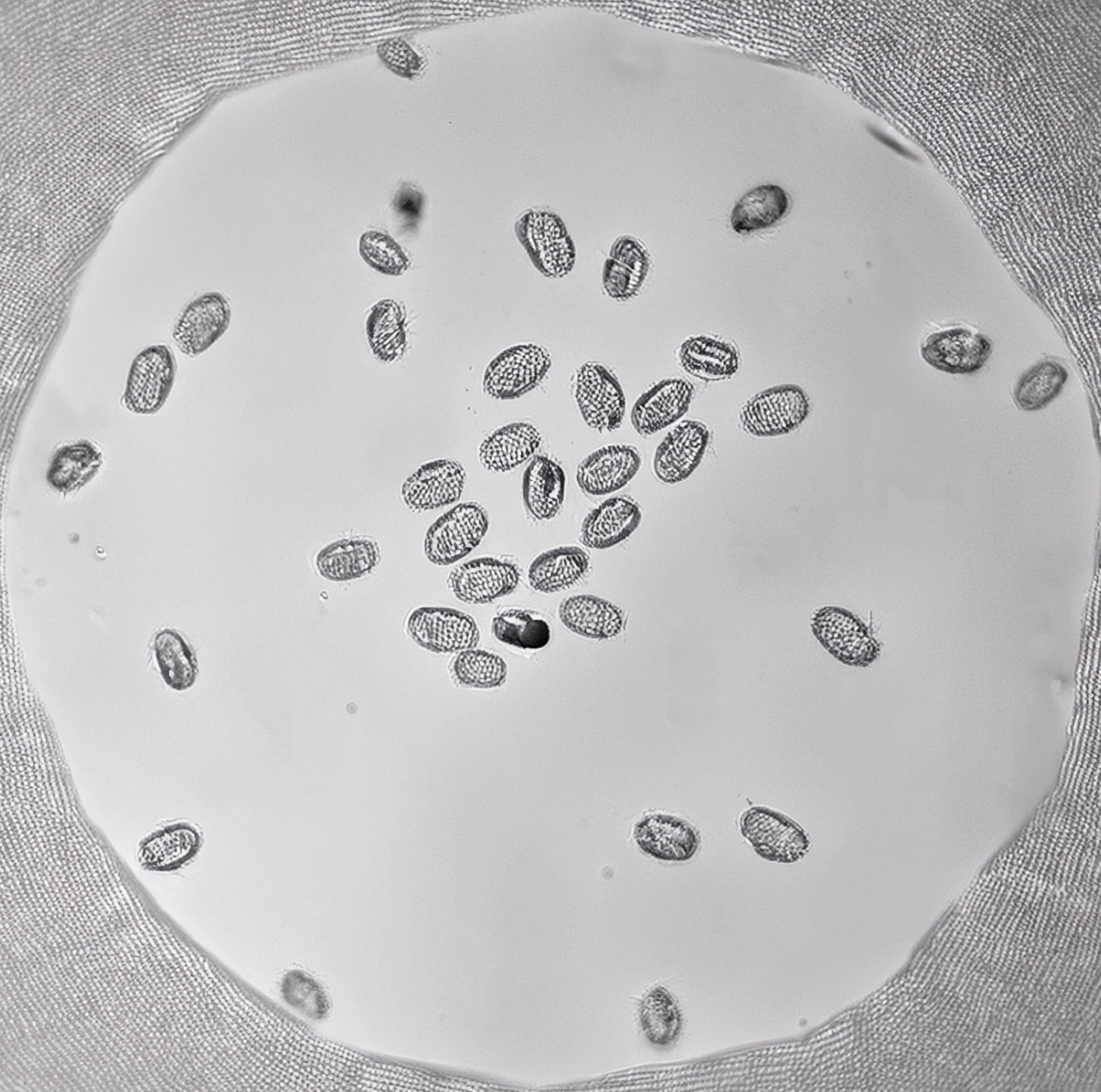


Concientifica



Hongos patógenos de insectos, nuestros aliados en la producción de alimentos

Insect pathogenic fungi, our allies in food production

Gerardo Suárez-Vergel¹
Paulina Gómez-Flores²
Marcos López-Pérez^{1*}

¹ Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Lerma, Lerma, Estado de México, México.

² Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

*Autor para la correspondencia:
m.lopez@correo.ler.uam.mx

Resumen

El uso de pesticidas para la producción de alimentos conlleva problemas a la salud humana y contaminación del medio ambiente. En este trabajo se analiza a los hongos entomopatógenos como una alternativa viable para el manejo integral de plagas de insectos y la producción de alimentos libres de pesticidas, y se profundiza en las estrategias para volver más eficientes a estos hongos.

Palabras clave: Hongos entomopatógenos, pesticida, control biológico.

Summary

The use of pesticides for food production brings problems to human health and environmental pollution. This paper analyzes entomopathogenic fungi as a viable alternative for integrated pest management and the production of pesticide-free food, as well as possible strategies to make these fungi more efficient.

Keywords: Entomopathogenic fungi, pesticide, biological control.

La mayoría de nuestros alimentos se producen en campos donde sólo se siembra un tipo de cultivo, a esto se le conoce como monocultivo el cual tiene un gran impacto sobre la flora y fauna de la zona ya que son eliminadas para poder hacer uso de grandes extensiones de suelo, por lo que esta práctica de cultivo representa una fuente abundante y uniforme de alimento para todo organismo capaz de alimentarse de él, cuando el daño que provocan es económicamente importante se les denomina plagas, siendo la de los insectos una de las importantes. El monocultivo es una práctica común en nuestro país, donde de forma constante se utilizan pesticidas químicos y fertilizantes; sin embargo, estos compuestos pueden ser tóxicos para los humanos y pueden permanecer por largos periodos de tiempo en el suelo, en el agua e incluso en los alimentos, por lo que no es de extrañar encontrarnos con residuos de pesticidas en nuestras frutas, verduras e incluso flores.

Pareciera que una solución sencilla y rápida podría ser dejar de usar pesticidas; sin embargo, estos protegen a los cultivos de plagas de insectos, bacterias o de hongos, y de esta manera los cultivos pueden ser más productivos, además estas técnicas permiten reutilizar estos terrenos y resembrar cosechas más de una vez al año. Esto es de gran relevancia para países en los que la agricultura es una actividad económica importante como el nuestro, México. Entonces, ¿existe alguna alternativa al uso de pesticidas químicos?, la respuesta es sí y se llama Control Biológico, que de forma sencilla puede entenderse como el uso de los enemigos naturales de las plagas para disminuir su población sin dañar a otros organismos vivos ni al medio ambiente. Por ejemplo, una plaga del jitomate es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), y algunos de los enemigos naturales de este insecto son los hongos, también llamados “hongos entomopatógenos”; es decir, hongos patógenos de insectos (Figura 1).



Figura 1. Ejemplo de insectos (larvas de *Tenebrio molitor*) infectados con un hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*).

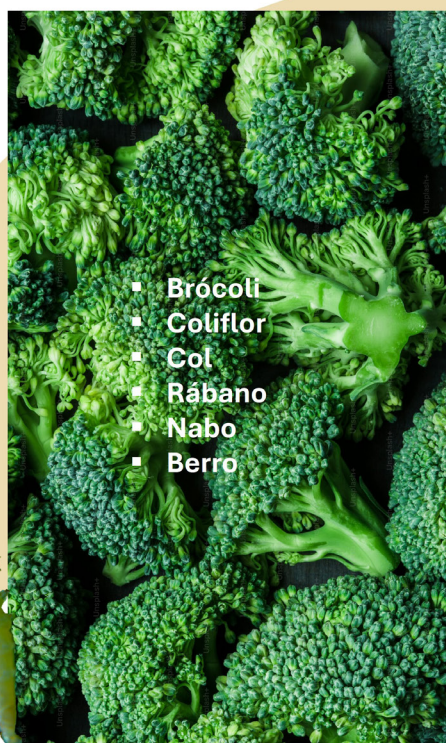
Existen diferentes tipos de hongos entomopatógenos y los podemos identificar a tra-

vés de características morfológicas, fisiológicas y genéticas que permiten definir su género. Los principales géneros de hongos entomopatógenos utilizados y comercializados son *Beauveria*, *Metarhizium* y *Cordyceps*. Estos hongos son capaces de infectar a una amplia variedad de insectos, por ejemplo, a la langosta (*Schistocerca gregaria*), al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y a la palomilla dorso diamante (*Plutella xylostella*), respectivamente. Estos insectos son plagas de diferentes cultivos (Figura 2) y pueden generar pérdidas económicas importantes. Considerando el impacto global sobre la agricultura, apicultura, horticultura, acuicultura e incluso el turismo, estos insectos invasores pueden alcanzar un daño de 70 mil millones de dólares anuales a nivel mundial [1], razón suficiente para buscar herramientas que controlen estas plagas.

En este sentido, los hongos entomopatógenos parecen una herramienta ideal para combatir plagas de insectos, pero ¿por qué no son tan conocidos o utilizados en comparación con los pesticidas químicos? La respuesta a esta pregunta podemos asociarla a la falta de conocimiento entre los agricultores sobre el uso de estas herramientas, además de que, bajo ciertas condiciones, los hongos entomopatógenos tienen baja efectividad. Este último punto es muy importante ya que, generalmente en campo se utilizan unidades infectivas de estos hongos, llamadas conidios (Figura 3), los cuales podrían ser lo homólogo a una semilla en el caso de las plantas, y están vivos.

El uso de estos conidios en campo se enfrenta a varios desafíos como factores ambientales adversos que pueden matarlos y con ello disminuir la capacidad de infectar y controlar a una plaga de insectos. Algunos de estos factores pueden incluir una alta radiación ultravioleta proveniente del sol, las bajas o altas temperaturas y la baja disponibilidad de agua. Además, una vez que infectan al insecto, el hongo deberá enfrentarse a su sistema de defensa. Por lo anterior, los científicos alrededor del mundo buscan y desarrollan estrategias para incrementar la producción de conidios y/o mejorar su cali-

Palomilla dorso diamante



- Brócoli
- Coliflor
- Col
- Rábano
- Nabo
- Berro

Gusano cogollero



- Maíz
- Sorgo
- Cacahuete
- Caña de azúcar
- Arroz
- Frijol
- Algodón
- Soya
- Cebolla
- Alfalfa
- Tomate
- Papa

Langosta



- Plátano
- Maíz
- Cebada
- Sorgo
- Caña de azúcar
- Arroz
- Algodón

Figura 2. Principales cultivos afectados por las plagas de palomilla dorso diamante, gusano cogollero y langosta.

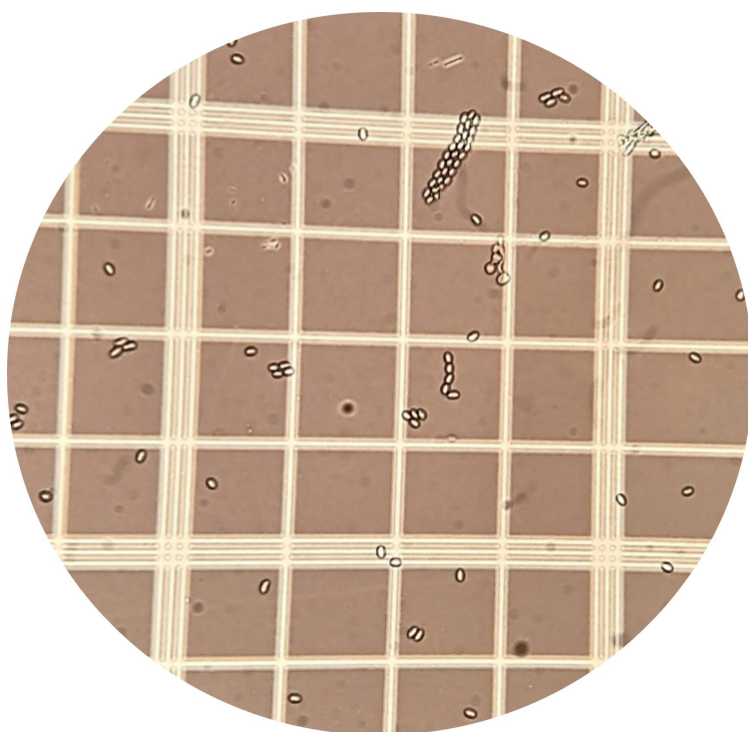


Figura 3. Conidios del hongo *Cordyceps fumosorosea* vistos al microscopio.

dad; es decir, su capacidad de resistencia a los factores ambientales antes mencionados. Por ejemplo, que los conidios resistan temperaturas extremas, que sean más resistentes a la radiación ultravioleta o a la baja disponibilidad de agua. Dos de estas estrategias están basadas en el uso de diferentes medios de crecimiento para incrementar la producción de conidios o exponer a los hongos a diferentes tipos de estrés ambiental, para que los conidios tengan mejor calidad y mayor resistencia. Esta estrategia se conoce como “protección cruzada” [2].

Adicionalmente, podríamos decir que esta última estrategia responde al dicho popular “lo que no te mata te hace más fuerte”. Un ejemplo de esto se refiere a cuando nos ejercitamos, ya que al levantar una mancuerna en repetidas ocasiones nuestros músculos se estresan y se dañan, cuando estos se regeneran ganamos masa muscular y nos volvemos más fuertes, adicionalmente seremos más rápidos en nuestro entrenamiento y/o tendremos mayor resis-

tencia; es decir, la ganancia de músculos por el estrés muscular condujo a una mejora al estrés.

En el caso de los hongos entomopatógenos, se ha demostrado que, al estresar a algunos de estos organismos durante su crecimiento con una mayor cantidad de oxígeno, afecta a su adecuación y producen conidios de mayor calidad que los conidios de aquellos hongos que no fueron estresados [3].

Con estos ejemplos, podríamos pensar que exponer a condiciones de estrés a los seres vivos, mejora su adaptación, pero esta mejora dependerá de cuál organismo es estresado y la intensidad de estrés que se aplica. Por ejemplo, el nivel estrés que obtendrá un fisicoculturista y un niño de 10 años será diferente si ambos entrenan por 10 min con una mancuerna de 20 kg, y por ende la respuesta adaptativa frente a este estrés también será diferente. Del mismo modo, la intensidad del nivel de estrés y la respuesta puede variar de un microorganismo a otro, ya que esta respuesta puede depender del tipo y cantidad de moléculas que produzcan para su adaptación, por ejemplo, algunas de estas moléculas son antioxidantes.

El calor y la luz UV propician la producción de moléculas oxidantes, por lo que conidios de hongos entomopatógenos que poseen una mayor cantidad de moléculas antioxidantes pueden tener una mayor calidad incluso más infectivos, ya que, algunos de los sistemas de defensa de los insectos se basan en la producción de moléculas oxidantes para atacar al hongo que los infecta. [4]

Algunas de las moléculas antioxidantes que producen los hongos son de gran interés científico y comercial, por ejemplo, recientemente se encontró que los hongos *Cordyceps javanica* y *Cordyceps fumosorosea* producen un pigmento llamado melanina [5], ¡el mismo que los seres humanos producimos en nuestra piel y cabello!

Este pigmento funciona como un fotoprotector y antioxidante, debido a esto, se ha

buscado este pigmento en hongos entomopatógenos, incluso se han generado mutantes de hongos para que produzcan este pigmento, y efectivamente los conidios de estas mutantes productoras de melanina son más resistentes a agentes oxidantes y resultaron ser más efectivos contra plagas. Sin embargo, el uso de microorganismos genéticamente modificados en nuestro país es altamente regulada, por lo que resulta más atractiva la estrategia de la mejora de la calidad de los hongos entomopatógenos a través de su exposición al estrés, ya que esto evita la modificación genética.

Otra importante ventaja del uso de hongos entomopatógenos en el cultivo es que algunos de ellos son capaces de asociarse a las plantas y generar un escenario de beneficio mutuo, fomentando un mayor crecimiento de las raíces, y con ello una mayor absorción de nutrientes y agua, lo que conduce a más biomasa vegetal y mayores ganancias económicas.

Sin lugar a duda, el uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas de insectos es una herramienta importante para la producción de alimentos libres de químicos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente, además es una herramienta que puede mejorar la producción de los cultivos a través de la simbiosis planta-hongo; sin embargo, debemos ser conscientes del impacto que tiene nuestra huella humana. Se han talado miles de hectáreas de bosque para sembrar monocultivos para satisfacer las necesidades alimentarias de miles de millones de personas, como tú y como yo. Para que el monocultivo exista se elimina casi por completo la flora y fauna endémica de la zona. Por otro lado, el monocultivo representa una fuente uniforme y abundante de un solo tipo de alimento, por lo que cualquier organismo capaz de adaptarse se puede alimentar de él y proliferar como una plaga. Tomando en cuenta lo anterior, para producir alimentos más sanos, debemos considerar no sólo alternativas amigables con el medio ambiente para controlar “plagas”, también debemos considerar nuestro estilo de vida,

nuestro consumo de alimentos, la distribución de estos, y los métodos de cultivo, entre otros. Finalmente, aún tenemos un camino muy largo por recorrer para que el uso de hongos entomopatógenos sea más generalizado y podamos obtener alimentos más sanos, por eso la labor de la difusión de esta temática abunda en hacer conciencia y en extender en la población el uso de estas técnicas. La lectura de este documento sin duda nos acerca más a este objetivo. **iBIO**

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo (Folio: CAT2024-0043).

Referencias

- [1] Bradshaw, C.J.A., Leroy, B., Bellard, C., Roiz, D., Albert, C., Fournier, A., Barbet-Massin, M., Salles, J.M., Simard, F., Courchamp, F., 2016. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. *Nat. Commun.* 2016 71 7, 1–8. <https://doi.org/10.1038/ncomms12986>
- [2] Rangel, D.E.N., 2024. How *Metarhizium robertsii*'s mycelial consciousness gets its conidia Zen-ready for stress. *Adv. Appl. Microbiol.* 129, 1–33. <https://doi.org/10.1016/BS.AAMBS.2024.07.002>
- [3] Miranda-Hernández, F., Saucedo-Castañeda, G., Alatorre-Rosas, R. and Loera, O. (2014), Oxygen-rich culture conditions enhance the conidial infectivity and the quality of two strains of *Isaria fumosorosea* for potentially improved biocontrol processes. *Pest. Manag. Sci.*, 70: 661–666. <https://doi.org/10.1002/ps.3605>
- [4] Smith, D.F.Q., Dragotakes, Q., Kulkarni, M., Hardwick, J.M., Casadevall, A., 2022. Melanization is an important antifungal defense mechanism in *Galleria mellonella* hosts. *bioRxiv* 2022.04.02.486843. <https://doi.org/10.1101/2022.04.02.486843>
- [5] Suárez-Vergel, G., Figueroa-Martinez, F., Garza-López, P. M., García-Ortiz, N., & Loera, O. (2021). DOPA-melanin, component and tolerance factor to heat and UV-B radiation in the conidia of two species of *Cordyceps*. *Biocontrol Science and Technology*, 32(4), 437–454. <https://doi.org/10.1080/09583157.2021.2016626>