

# *Metarhizium spp.* Hongo endófito y patógeno de insectos plaga

Por Domenico Pavone

Dentro del control biológico de plagas existen muchos organismos con potencial para cumplir esta función. Algunas especies del género *Metarhizium* han sido usadas con gran éxito no solo como biocontroladores de insectos sino también como endófitos. Aquí te vamos a contar la historia completa de *Metarhizium*.

## ¿Qué es *Metarhizium*?

*Metarhizium spp* Sorokin 1879, es un género de hongos con especies capaces de generar enfermedad en insectos y matarlos. A la enfermedad causada por este hongo se le conoce como la muscardina verde. Posee un muy amplio rango de hospedador, es seguro y amigable con el ambiente y fácil de producir a escala comercial.

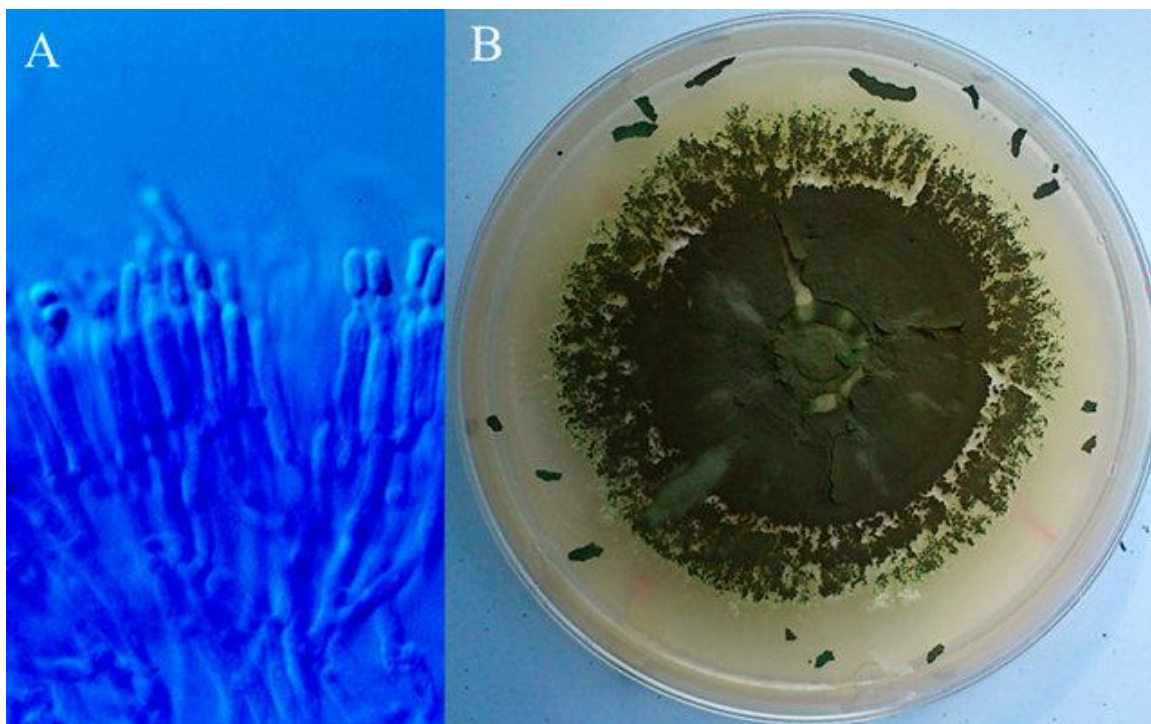
Es un hongo cosmopolita y pertenece a la Clase Sordariomycetes, siendo capaz de reproducirse a través de la formación de conidias. Desde el punto de vista taxonómico se clasifica [así](#):

Reino: Fungi  
Phyllum: Ascomycota  
Clase: Sordariomycetes  
Orden: Hypocreales  
Familia: Clavicipitaceae

La [literatura científica](#) reporta 76 especies diferentes de este género de hongos, la mayoría de ellas son entomopatógenos

siendo algunas generalistas mientras que otras son especialistas. De esta forma, *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin (1883) es un hongo generalista e infecta insectos de más de siete Órdenes. Por su parte, *Metarhizium acridum* (Driver & Milner) J.F. Bisch., S.A. Rehner & Humber (2009), es un hongo especialista y solo ataca insectos de la Familia Acrididae (langostas, saltamontes y chapulines).

Si bien a *Metarhizium* se le conoce generalmente por su capacidad entomopatogénica, este hongo también es capaz de mantener relaciones simbióticas con plantas al asociarse a sus raíces. Estudios recientes han demostrado que *Metarhizium* y *Beauveria* son organismos benéficos porque mejoran la estructura del suelo y el microbioma. Además, son probióticos que desplazan microorganismos perjudiciales, se comportan como hongos parecidos a micorrizas que mejoran la absorción de agua y nutrientes y disparan una resistencia sistémica inducida en la planta hospedadora.



*Metarhizium anisopliae*. A. Conidia; B. Colonia madura (9 días) en agar papa dextrosa a 28°C.  
Imagen de: [Bruner et al., 2018](#).

## Rango de hospedador de *Metarhizium*

El género *Metarhizium* es capaz de atacar a un gran número de insectos, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales. A continuación, presentamos algunos insectos que se han reportado como hospedadores de *Metarhizium*:

*Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae)

*Blattella germanica* (Blattodea: Ectobiidae)

*Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)

*Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae)

*Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae)

*Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)

*Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae)

*Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae)

*Manduca sexta* (Lepidoptera: Spingidae)

*Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae)

*Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

*Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

*Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae)

*Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae)

Algunos estudios han demostrado que hongos como *M. anisopliae* y *B. bassiana* han presentado actividad patogénica contra garrapatas al aplicarse solo o con otros productos, especialmente acaricidas.

Si desea conocer más detalles de los insectos atacados por *Metarhizium*, le recomendamos consultar la [Lista de hospederos](#).

## Como ataca *Metarhizium* al insecto hospedador

Los hongos entomopatógenos infectan a su insecto hospedador principalmente a través de la penetración por la cutícula para posteriormente colonizarlo internamente. Para lograr esto, la espora del hongo germina y produce una gran cantidad de enzimas hidrolíticas que ayudan a degradar la cutícula del insecto. También se ha reportado la infección vía ingestión oral.

Un punto importante en la relación patogénica de los hongos con su hospedador es que algunos insectos han adquirido microbios capaces de producir compuestos antifúngicos para combatir la infección.

El siguiente paso se relaciona con la producción de sustancias tóxicas (metabolitos secundarios) que facilitan la invasión de la hemolinfa y le pueden causar la muerte al insecto. En respuesta a este ataque, el insecto puede activar sus sistemas de defensa disparando reacciones celulares humorales e inmunes. Debido a que el hongo ha estado expuesto a estrés tanto en la cutícula como en la hemolinfa, este es capaz de activar varios mecanismos para evadir las defensas del insecto.

Una vez que el insecto ha muerto, el hongo inicia una fase de crecimiento saprófita, terminando de colonizarlo internamente. Finalmente, el hongo emerge y recubre el cadáver sobre el cual esporula.



Larvas de *Oryctes rhinoceros* atacadas por *Metarhizium majus*. De izquierda a derecha: Primera columna: Síntomas con puntos negros o manchas necróticas en el tegumento. Segunda columna: Larvas momificadas recubiertas con micelio blanco. Tercera columna: Conidias de color verde sobre el tegumento. Cuarta columna: Larvas descompuestas. Imagen y texto originales en [Wikicommons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metarhizium_majus_on_Oryctes_rhinoceros_larvae).



*Metarhizium anisopliae* es un hongo capaz de atacar más de 200 especies de insectos Incluyendo las cucarachas.  
Foto de [Chengshu Wang y Yuxian Xia en Wiki Commons](#).

## **Metarhizium y condiciones ambientales**

El crecimiento de *Metarhizium* se ve afectado por factores físicos, químicos y biológicos como la radiación UV, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes, sustancias tóxicas, defensas del insecto hospedador, entre otras.

Es posible mejorar la tolerancia de las cepas de *Metarhizium* a algunos de estos factores a través de la reprogramación de la expresión de algunos genes. Así, es posible mejorar la tolerancia al frío, a la radiación UV, al calor y a la presión osmótica. Estas propiedades pueden estar relacionadas a la arquitectura de la pared celular y a un contenido optimizado de trealosa y manitol.

También resulta importante realizar las aplicaciones del hongo en campo utilizando formulaciones apropiadas que ayudan en gran medida a independizarlo de las condiciones ambientales.

## **Metarhizium: hongo endófito**

Los hongos entomopatógenos han sido propuestos como alternativas amigables al control químico. Desafortunadamente, su efectividad continua siendo limitada por la susceptibilidad de estos a la radiación UV y a la baja humedad. Sin embargo, un desarrollo relativamente reciente puede ayudar a sobrellevar este problema y es su uso como endófito. Esta visión puede aportar una nueva alternativa al manejo de insectos plaga y fitopatógenos.

Adicionalmente, algunos entomopatógenos pueden funcionar como biofertilizantes. Varias técnicas de inoculación como aspersiones foliares, inoculaciones al suelo, tratamiento de semillas, inyecciones, entre otras, son efectivas para introducir hongos entomopatógenos como endófitos. Estas técnicas y su eficacia para introducir hongos a la plantas están bajo estudio en este momento para poder comprender los mecanismos del endofitismo, la respuesta de la planta, de los insectos y los patógenos a este proceso.



*Metarhizium* se utiliza para el control de plagas como la langosta.  
Imagen de [Csiro en Wikicommons](#).

El género *Metarhizium* está compuesto de un grupo diverso de hongos del suelo que exhiben varios estilos de vida que incluyen el saprofitismo, el endofitismo y la patogenicidad sobre insectos. Se ha demostrado un intercambio benéfico mutuo entre el hongo y la planta hospedadora. Así, la planta se beneficia del nitrógeno proveniente de la patogénesis de insectos por parte de *Metarhizium* quien a su vez se beneficia por la obtención de compuestos carbonados provenientes de la fotosíntesis. Las capacidades endofíticas y entomopatógenicas de *Metarhizium* no son mutuamente excluyentes, sino que más bien son interdependientes y recíprocas.

Aunque los hongos endófitos y entomopatógenos podrían haber evolucionado de hongos patógenos de insectos, la evidencia filogenética indica que *Metarhizium* está más relacionado a los hongos asociados a plantas que a los patógenos animales. Así, este hongo

pudo haber evolucionado de una línea de simbiontes de plantas que posteriormente adquirieron genes relacionados con la patogenicidad a insectos.

La capacidad entomopatógena pudiera ser un carácter adaptativo que permitió el movimiento de nitrógeno hacia la planta en un intercambio por carbono mejorando la estabilidad de la simbiosis planta-hongo.

La relación simbiótica entre hongos como *Metarhizium* y *Beauveria* y las plantas, ofrece beneficios como el incremento del crecimiento vegetal, antagonismo contra patógenos vegetales y herbívoros y el incremento de la tolerancia de la planta al estrés abiótico.

En la relación del hongo con la planta hay varios aspectos importantes para obtener el mayor beneficio: (a) colonización de la rizósfera; (b) Intercambio de señales entre la planta y el

hongo; (c) modulación de las respuestas de defensa de la planta; (d) intercambio de nutrientes; (e) interacciones entre la planta, el hongo, el insecto y otros microorganismos.

Recubrir semillas con *B. basiana* y *M. anisopliae* puede proveer resistencia contra enfermedades e insectos plaga. Así, se ha reportado que aislados de estos hongos pueden mejorar la salud de plantas de fresa en presencia de *Macrophomina phaseolina*.

## Metabolitos secundarios en *Metarhizium*

*Metarhizium* es capaz de producir gran cantidad de metabolitos secundarios, los cuales son moléculas producidas al final de la etapa de crecimiento del hongo y que no son esenciales para su multiplicación, pero le pueden conferir ventajas adaptativas al medio donde viven. He aquí algunas de ellas reportadas en la [literatura científica](#):

### Destruixinas

Son moléculas que tienen actividad insecticida, citotóxica y antibiótica moderada

(antituberculítico). También se han reportado como inmunosupresores en insectos.

### Serinociclinas

Poseen actividad insecticida contra larvas de mosquitos. El efecto sobre los insectos es un nado anormal al ser incapaces de controlar la posición de su cabeza.

### Metachelinas

Son sideróforos que secuestran cationes como el hierro  $Fe^{+3}$ .

### Ferricrocina

Es un sideróforo que se presume recibe hierro del ambiente a partir de sideróforos extracelulares.

Algunos metabolitos menos conocidos de *Metharhizium* incluyen compuestos como **Tirosina Betaina, Metacitofilina, Fungerininas, Aurovertinas, Metacridamidas, JBIRs, ácido helvólico, Metarhizinas, Ovalicinas, Taxanos, Cytochalasinas, Swainsonina y Viridoxinas.**

Algunas de estas sustancias pueden inhibir actividades enzimáticas como la ATPasa, actuar como inmunosupresores, como insecticidas, e incluso a algunas aún no se le conoce función.

*Metarhizium* es un hongo con gran potencial para ser incorporado en Programas de Manejo Integrado. Dada su capacidad de atacar insectos de importancia agrícola, así como la promoción de la salud vegetal, crecimiento y productividad, *Metarhizium* es considerado como una gran alternativa al uso de plaguicidas y fertilizantes químicos.



Domenico Pavone es biólogo y especialista en protección vegetal. 15 años como profesor universitario y autor de artículos científicos en microbiología, biotecnología, biocontrol de plagas y enfermedades agrícolas.