



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



Universidad Nacional Agraria

Diplomado Tecnologías para mejorar la producción
y productividad agropecuaria 2023

**Modulo II: Tecnologías para la captación de
agua y producción agrícola y pecuaria**

**Tecnología: Manejo de plagas y enfermedades
con productos orgánicos**

Facilitadora: Rosario Chavarría Sánchez

Julio 2023



ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	3
II. Bioplaguicidas para el manejo de plagas	5
2.1 Manejo de nemátodos con <i>Paecilomyces lilacinus</i>	5
2.1.1 ¿Qué son los nematodos fitoparásitos?	5
2.1.2 ¿Qué es <i>Paecilomyces lilacinus</i> ?	8
2.1.3 ¿Cómo actúa <i>Paecilomyces lilacinus</i> contra los nematodos?	9
2.1.4 Cómo es el uso y manejo de bioplaguicidas a base de <i>Paecilomyces lilacinus</i> ?	9
2.1.5Cuál es el mejor momento para hacer las aplicaciones de <i>Paecilomyces lilacinus</i> ?	10
2.1.6 Cómo debemos manejar bioplaguicidas a base de <i>Paecilomyces lilacinus</i> ?	11
2.2 ¿Qué es Trichoderma?	12
2.2.1 ¿Porque Trichoderma controla hongos?	12
2.2.2 Trichoderma como promotor de crecimiento en café	12
2.2.3 ¿Cómo actúa Trichoderma contra nematodos?	13
2.3 ¿Qué es <i>Isaria fumosoroseus</i> ?	13
2.3.1 ¿Qué plagas controla <i>Isaria fumosoroceus</i> ?	14
2.3.2 ¿Cómo actúa <i>Isaria fumosoroceus</i> contra mosca blanca?	16
III. PREGUNTAS ORIENTADORAS	19
IV. GLOSARIO	20
V. BIBLIOGRAFÍA	21

I. INTRODUCCIÓN

El manejo orgánico de plagas otorga una gran importancia a la prevención, la que a su vez se basa en un programa de monitoreo intensivo a lo largo del año. El manejo orgánico de plagas se basa necesariamente en el conocimiento ideal del cultivo, como las plagas asociadas a él y los eventuales controladores naturales que éstas tengan. Existe conciencia que la producción orgánica pasa necesariamente por aumentar la biodiversidad tanto vegetal como animal, de micro o macroorganismos, pero aún se conocen pocos ejemplos que demuestren cómo al incrementar la biodiversidad se pueden bajar las poblaciones de plagas a un nivel estable.

Entre las principales plagas se encuentran los insectos chupadores, masticadores, barrenadores, ácaros, babosas, caracoles y las hormigas. Entre las principales enfermedades de la agricultura se encuentran aquellas producidas por hongos, bacterias virus y nemátodos.

La idea es buscar en la propia naturaleza, donde existe una gran cantidad de productos y de estrategias que pueden utilizarse para el manejo sostenible de plagas y enfermedades de las plantas.

El uso de los bioplaguicidas de origen microbiano, como hongos y bacterias por sus múltiples modos de acción estos microbios pueden bloquear, ingerir o restringir el crecimiento y desarrollo de plagas y enfermedades. Debido a las numerosas maneras en que actúan es difícil que se desarrollen resistencias a lo largo de muchas generaciones.

Los bioplaguicidas son elaborados a base de organismos vivos, principalmente hongos, bacterias, virus, nematodos y protozoarios, para el control de plagas que afectan a los cultivos, animales domésticos y a los humanos (UNA, 2003). Son productos de origen natural, usados para el control de insectos plagas y enfermedades en los cultivos. Esto quiere decir, que son productos que contienen organismos vivos o son derivados de organismos vivos tales como plantas, microorganismos, insectos, feromonas y minerales (EPA, 2010). Una de las principales limitaciones que deben superar, los agricultores, es el manejo sostenible de plagas y enfermedades que

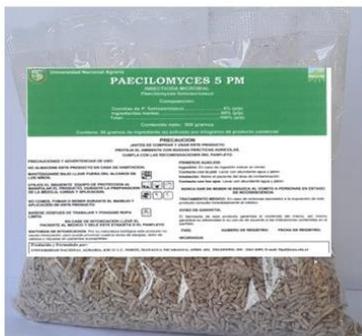
causan pérdidas en los rendimientos y en la calidad de los productos, antes, durante y después de la cosecha. Por lo que un oportuno manejo de las plagas y enfermedades los beneficiará con una producción más eficiente, a menor costo, más segura para su salud y la de sus familias y respetuosa con el ambiente.

En sentido estaremos hablando de tres bioplaguicidas de origen microbiano como: *Paecilomyces lilacinus* (Para el manejo de nematodo), *Isaria fumosorosea* (Manejo de mosca blanca) y *Trichoderma* (Para mal del talluelo y como estimulador de crecimiento)



Fuente: R. Chavarria S.UNA. 2023

Paecilomyces lilacinus



Fuente: R. Chavarria S. UNA 2023

Isaria fumosoroseus



Fuente: R. Chavarria S. UNA 2023

Trichoderma

II. Bioplaguicidas para el manejo de plagas

2.1 Manejo de nemátodos con *Paecilomyces lilacinus*

En la naturaleza los nematodos son controlados por otros microorganismos como bacterias, hongos y nematodos. Entre los microorganismos que controlan nematodos se encuentra el hongo *Paecilomyces lilacinus*. Este hongo es producido masivamente en laboratorios, es formulado y utilizado como bioplaguicida para el manejo de nematodos.



Paecilomyces lilacinus en bolsas.
Producción en laboratorio

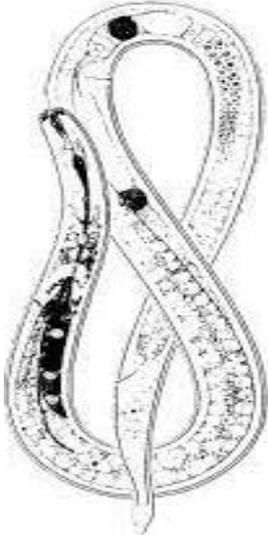
2.1.1 ¿Qué son los nematodos fitoparásitos?

Los nematodos fitoparásitos o fitonematodos son organismos microscópicos cilíndricos, lisos, no segmentados y que tienen apariencia de gusanos. Son animales muy pequeños que no se pueden ver a simple vista. La mayoría de ellos viven en el suelo y se alimentan de las plantas a través de las raíces, causando graves pérdidas en los cultivos, ya que el daño en las raíces no permite que las plantas absorban el agua y los nutrientes del suelo. El daño

además puede servir de entrada a otros patógenos o puede debilitar a la planta, volviéndola más susceptible al ataque de otras plagas.

Cuadro 1. Principales nemátodos que controla *Paecilomyces lilacinus*

Nematodos	Síntoma	Figura
<p>Nemátodos agalladores</p> <p><i>Meloidogyne incógnita</i></p>	<p>Los nematodos del género <i>Meloidogyne</i> inducen la formación de agallas o nódulos en las raíces de sus hospederos, las cuales puede presentar forma individual o en grupo formando masas de agallas. La planta presenta amarillamiento de las hojas y en ocasiones marchitez.</p> 	

<p>Nemátodos lesionadores)</p> <p><i>Pratylenchus penetrans</i></p>	<p>Lesiones necróticas que sirven de entrada a otros patógenos (<i>Verticillium</i>, <i>Rhizoctonia</i>, etc). sistemas radiculares reducidos y las raíces alimenticias destruidas</p> 	 <p>5442290</p>
<p>El nematodo barrenador</p> <p>(<i>Radopholus similis</i>)</p>	<p>Produce lesiones con forma de estrías, éstas inicialmente tienen colores que varían desde amarillo claro hasta oscuro. Luego rosado rojizas y finalmente marrón o negras. En infestaciones altas, las lesiones rodean completamente las raíces, hasta destruirlas totalmente.</p> 	

2.1.2 ¿Qué es *Paecilomyces lilacinus*?

En la naturaleza *Paecilomyces lilacinus* es encontrado como habitante del suelo. Este hongo tiene la habilidad de sobrevivir en materia orgánica en el suelo y siempre se encuentra presente en el campo principalmente en zonas húmedas y donde hay bastante plaga. *Paecilomyces lilacinus* es también patógeno de insectos, pero su mayor relevancia es como patógeno de fitonematodos.

Controla nematodos, principalmente especies del nematodo agallador *Meloidogyne spp.* Este hongo parasita huevos, adultos y quistes de nematodos. También puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces. De modo que puede infectar cualquiera de estos estadios del nematodo, causándoles la muerte o evitando que el nematodo complete su ciclo de vida, disminuyendo de esa manera las poblaciones en el campo. En ausencia de nematodos el hongo puede sobrevivir como saprófito en el suelo.



Fuente. R. Chavarria S. UNA 2023

Hongo *Paecilomyces lilacinus*

2.1.3 ¿Cómo actúa *Paecilomyces lilacinus* contra los nematodos?

Actúa contra los nemátodos como productos de contacto. Invade totalmente el cuerpo del nematodo, causándole una enfermedad que finalmente causa su muerte. En condiciones favorables de humedad, después de la invasión, las estructuras del hongo salen del cuerpo del nematodo y sobre este se producen nuevas conidias que pueden afectar a otros nematodos.

Los productos a base de *paecilomyces* no matan a los nematodos inmediatamente, ya que se requiere de cierto tiempo desde el momento de la adhesión de la conidias hasta el momento que ocurre la colonización del hongo en el nematodo. Sin embargo, a partir del momento que el hongo penetra al cuerpo, se afecta el comportamiento de los nematodos (movimiento, reproducción, alimentación), por lo que a partir de ese momento la plaga deja de causar daño al cultivo, hasta que finalmente muere.

2.1.4 Cómo es el uso y manejo de bioplaguicidas a base de *Paecilomyces lilacinus*?

El uso de bioplaguicidas a base de *Paecilomyces lilacinus* para el control de nematodos debe ser considerado como parte de programas de manejo integrado de plagas y no como única medida de control.

Por lo tanto, para un control efectivo de nematodos, el uso de *Paecilomyces* se debe combinado con medidas preventivas, entre las que podemos mencionar las siguientes:

- Selección adecuada del lugar de siembra
- Uso de plantas (vivero) libres de nematodos





- Evitar el uso de plantas de vivero procedentes de áreas infestada con nematodos
- Uso de material de siembra tolerante a nematodos (injertos)
- Evitar el uso de suelo contaminado en vivero
- Regulación del nivel de sombra en la plantación
- Identificación de especies de nematodos presentes y monitoreo de la población.

Se debe considerar que los productos a base del hongo *Paecilomyces lilacinus* son una medida de supresión directa, cuya efectividad depende del contacto con la plaga, de modo que si el hongo no llega hasta el nematodo no hay control. En ese sentido, se debe garantizar que la aplicación del hongo llegue a cubrir el área o zona donde se localizan los nematodos, lo cual se puede lograr utilizando un volumen adecuado de agua para la aplicación.

Paecilomyces lilacinus puede ser utilizado para el control de nematodos ya sea en plantas de vivero o en plantaciones establecidas, tanto en café en desarrollo como en café en producción.

2.1.5 Cuál es el mejor momento para hacer las aplicaciones de *Paecilomyces lilacinus*?

En plantaciones establecidas el mejor momento para aplicar *Paecilomyces lilacinus* debe ser cuando se encuentra una considerable población de nematodos, o cuando estos se encuentran no muy profundos en la zona de la raíz de las plantas lo cual ocurre principalmente en la época lluviosa.

Durante esta época se pueden realizar hasta tres aplicaciones por ciclo, iniciando en la época de entrada del invierno. En el vivero la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* debe realizarse de forma preventiva al momento de la siembra en la bolsa, para controlar nematodos que pudieran haber infectado a las plántulas en el semillero o nematodos que pudieran ir en el suelo o sustrato de siembra.

2.1.6 Cómo debemos manejar bioplaguicidas a base de *Paecilomyces lilacinus*?

Una vez que se adquiere el hongo se debe manejar adecuadamente para mantener su calidad y lograr siempre éxito en el control de la plaga, por lo tanto, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

Seguir las indicaciones dadas por la persona que le suministra el hongo.

- Guardar el producto en un lugar fresco y seco.
- Abrir el empaque del producto hasta el momento que se va a utilizar
- No guardar el producto si ya se abrió el empaque
- Evitar la luz solar directa y la humedad sobre el hongo, principalmente si ya se ha abierto el producto.



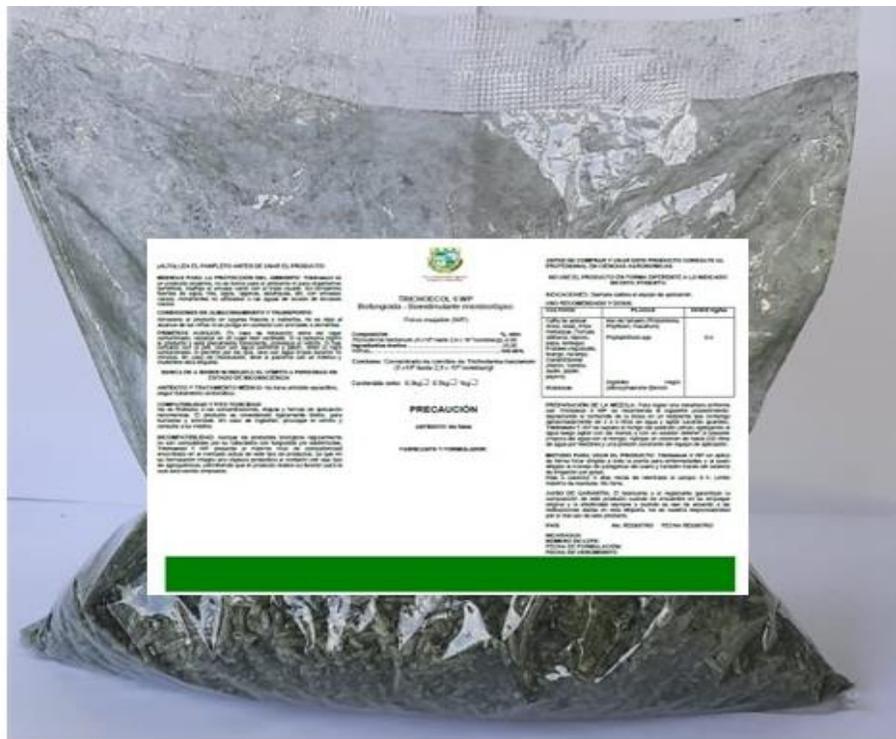
Almacenamiento de bioplaguicidas en un lugar fresco

- Utilizar el producto antes de la fecha de vencimiento.
- La aplicación del hongo debe hacerse después de las 4:00 de la tarde o más temprano en días nublados.
- Agitar fuertemente la mezcla por varios minutos antes de aplicación.
- Aunque es un producto inocuo no debe de ser ingerido. Se recomienda no aplicar fungicidas cuando se hacen aplicaciones de productos a base de *P. lilacinus*, debido a que es un hongo y puede ser afectado por dichas aplicaciones.

Otra opción como bioplaguicida es *Trichoderma*

2.2 ¿Qué es *Trichoderma*?

Trichoderma spp
 (Teleomorfo *Hypocrea*)
 es un género de hongos que se encuentran en los suelos de todas las zonas climáticas del mundo y es un importante descomponedor de materiales leñosos y herbáceos. (Villegas, 2008).



Fuente. R. Chavarria S. UNA 2023

Bioplaguicida Trichocoel
 (*Trichoderma*)

2.2.1 ¿Porque *Trichoderma* controla hongos?

Porque produce antibióticos también compite por espacio y nutrientes y luz.

2.2.2 *Trichoderma* como promotor de crecimiento en café

Trichoderma tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas y liberar factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y el desarrollo de las plantas (Altamore etc. al, 1999).

También *Trichoderma* actúa como solubilizador de fosfatos y es capaz de poner disponible el fosforo (Godes A, 2007).

Mejora la absorción de nutrientes

Mayor cantidad de pelos radicales lo que se traduce en mayor absorción de nutrientes y agua.

Estudios en café usando *Trichoderma* han demostrado que se pueden obtener, plantas con mayor altura, con tallos más gruesos, raíces más largas y con mayor área foliar.



Fuente. R. Chavarria S.UNA.2023

Aumento de raíces en café con aplicación de *Trichoderma*



Fuente. R. Chavarria S. UNA 2020

Plantas de café tratadas con *Trichoderma*

2.2.3 ¿Cómo actúa *Trichoderma* contra nematodos?

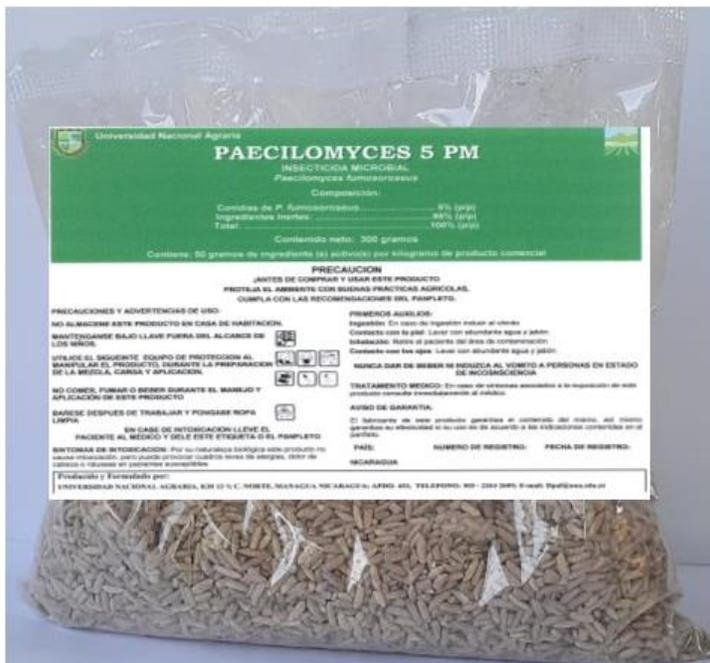
Este hongo combate nematodos por medio de parasitismo de huevos y larvas al aumentar la actividad de la quitinasa y proteasa (Sharon et ál. 2001, Suárez et ál. 2004, Sahebani y Hadavi 2008) y por la inducción de mecanismos de defensa de la planta que conducen a la resistencia sistémica adquirida (Sahebani y Hadavi 2008)

El otro bioplaguicida que ha sido utilizado para el manejo de varios insectos es *Isaria fumosoroseus*.

2.3 ¿Qué es *Isaria fumosoroseus*?

Isaria fumosoroseus (Wize) Brown y Smith es un entomopatógenos de amplio rango de hospedero y distribución geográfica, ha sido aislado del suelo y de insectos de diversas familias (Dosantos y poso, 2003).se ha reportado como mínimo 5 especies de este hongo infectando a 8 especies de insectos diferentes (Alean Carreño, 2003).

Es un hongo que ha mostrado gran potencial como agente microbiológico para el control de diferentes insectos plaga especialmente la mosca blanca



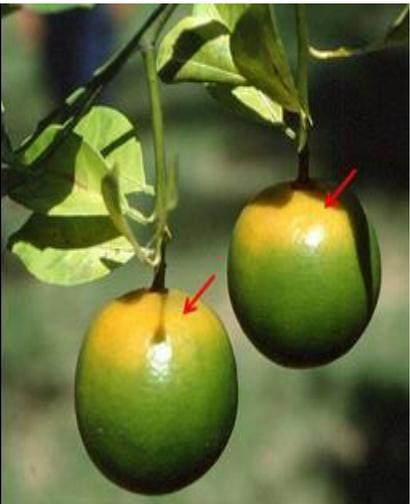
Fuente. R. Chavarria S. UNA 2023

Hongo *Isaria fumosoroseus*

2.3.1 ¿Qué plagas controla *Isaria fumosoroseus*?

Cuadro 2. Principales plagas manejadas con *Isaria* en diferentes cultivos

Enfermedades	Daños	Figura
Mosca blanca	Causa varios tipos de daño como: transmisión de virus, chupa la savia y produce una mielecilla ó fumagina donde se reproduce el hongo Capnodium spp. , que cubre la hoja afectando la fotosíntesis.	

<p>Chicharrita del maíz</p>	<p>Provocan daños significativos; el principal daño lo causan como transmisores de virus y fitoplasmas que generan enfermedades como el "Rayado fino del maíz" y el "Achaparramiento del maíz". Todos los estados del insecto (ninfas, adultos) son capaces de adquirir el virus y transmitirlo.</p>	
<p><i>Diphorina citri</i></p> <p>(Trasmisora de la enfermedad Huanglongbing (HLB))</p>	<p>Moteado asimétrico en hojas. La deficiencia mineral es simétrica en ambos lados de la hoja.</p> <p>Frutos con inversión de color (Enverdecimiento)</p> 	

2.3.2 ¿Cómo actúa *Isaria fumosoroceus* contra mosca blanca?

Isaria fumosorocea tiene potencial como control biológico para atacar la plaga de *Bemisia tabaci*, presenta principalmente tres mecanismos de acción: (1) adhesión y germinación, (2) penetración del hemocele, (3) desarrollo y muerte.

Adhesión: Consiste en la fijación de las esporas del hongo con la superficie del insecto. Esta constituye una de las fases más importantes del proceso infeccioso. En el proceso de adhesión participan sustancias como lectinas (proteínas o glucoproteínas) y mucopolisacáridos, además de algunos lípidos. Estas sustancias o secreciones aparecen al inicio del contacto del hongo con el insecto. En el cuerpo del insecto existen ciertas zonas preferidas para la adhesión.

Germinación: Luego de la adhesión de la espora sobre el integumento del insecto, ésta germina emitiendo un tubo germinativo. El tubo germinativo puede ser largo o corto y en algunos casos puede no llegar a formarse. En el proceso de germinación juegan un rol importante los requerimientos nutricionales de la espora y las condiciones ambientales presentes.

Penetración: Después de la germinación se producen una serie de transformaciones físicas y químicas, que le permiten al hongo penetrar la cutícula del insecto. Algunas Enzimas principalmente lipasas, proteasas y quitinasas, son producidas por el hongo y ocasionan una alteración de la cutícula, que facilita la entrada de las hifas al cuerpo del insecto.

Multiplicación del hongo en el hemocele: En el interior del insecto el hongo se multiplica, produciendo el micelio.

Producción de toxinas: Las toxinas son sustancias de baja toxicidad para mamíferos, pero muy tóxicas para artrópodos, por lo que pueden causar la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas.

Muerte del insecto: La muerte del insecto parasitado ocurre generalmente antes que el hongo colonice totalmente el hemocele del

insecto. Esto se debe en gran parte a la acción de las toxinas. Con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la saprofítica. Cuando el insecto muere no se observa evidencia del hongo causante de la muerte, sino posteriormente. La duración de la muerte depende de la cepa del hongo, del hospedante y de las condiciones ambientales.



Fuente: R. Chavarría S.UNA. 2023

Mosca blanca muerta por el hongo *Isaria fumosoroseus*.
Aplicación siete de julio 2023 en vivero de cítrico
finca Chelol-Jinotepe

Colonización total:

Luego de la muerte del insecto, el micelio invade todos los órganos y tejidos, iniciando generalmente por el tejido graso. Después de la colonización, el cadáver del insecto se transforma en una momia, la que es resistente a la descomposición bacteriana, aparentemente debido a la acción de antibióticos liberados por el hongo.

Emergencia del hongo hacia el exterior: Después de la colonización, si las condiciones externas son de baja humedad relativa, el hongo puede mantenerse en el interior del insecto, protegido por el integumento, pero en condiciones húmedas el hongo emerge del cuerpo del insecto principalmente a través de las zonas menos esclerosadas.

Esporulación: Después que las hifas atraviesan el integumento, si las condiciones son de alta humedad relativa, en un periodo de 24 a 48 horas ocurre la producción de esporas o conidias. Es en esta fase el insecto muerto adquiere una coloración característica de acuerdo con el tipo de hongo, por ejemplo, verde si es *metarhizium* y blanco si es *beauveria*.

Ciclo de infección de un hongo entomopatógeno (*Isaria fumosoroseus*)





III. PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ¿Cuál es la importancia de usar bioplaguicidas en nuestras fincas?
- ¿Qué sugerencias podrían dar para que estos bioplaguicidas estén más al alcance de los productores?
- ¿Qué les pareció el uso de *Paecilomyces* para el control de nemátodos?
¿Y el uso de *Isaria* para mosca blanca?
- ¿De todos los beneficios que provoca *Trichoderma* en las plantas cual les interesó más?



IV. GLOSARIO

Paecilomyces lilacinus: Hongo que habita en el suelo tiene la habilidad de sobrevivir en la materia orgánica, se encuentra presente principalmente en zonas húmedas y donde hay bastante plaga. Controla insectos, pero su mayor relevancia es como patógeno de fitonematodos.

Isaria fumosorosea: Hongo entomopatógeno que habita en el suelo y ha sido utilizado para el control de mosca blanca

Toxinas: Sustancia tóxica producida en el cuerpo de los seres vivos por la acción de los microorganismos.

Hifas: Filamento, ramificado o no, de tamaño microscópico, que reunido con otros filamentos forma el cuerpo vegetativo de los hongos, el micelio. "las hifas permiten absorber agua y nutrientes"

Homocele: Cavidad corporal como en los artrópodos o algunos moluscos que contiene sangre o hemolinfa y funciona como parte del sistema circulatorio

Enzimas: Las enzimas son proteínas complejas que producen un cambio químico específico. Por ejemplo, pueden ayudar a descomponer los alimentos que consumimos para que el cuerpo los pueda usar. La coagulación de la sangre es otro ejemplo del trabajo de las enzimas.



V. BIBLIOGRAFÍA

Altomare C, Norvell A, Björkman T, Harman G. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai.

Devotto M, L. Manejo de plagas en cultivos orgánicos
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7459/NR38263.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

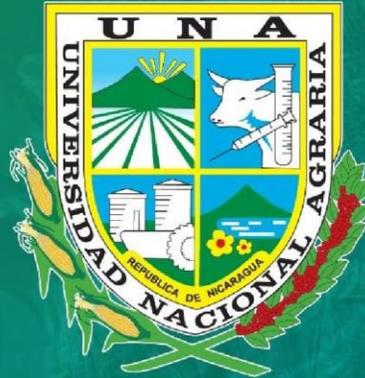
EPA. 2010. Biopesticide demonstration grant program. Disponible en: Washington, DC U.S. Environmental Protection Agency. Office of Pesticide Programs (7511P) EPA 731-F-10-004.
http://www.epa.gov/pestp/publications/biodemo/bdp_brochure.pdf

FUNICA. 2009. Guía uso de y manejo de *Paecilomyces lilacinus* para el control de nemátodos
<https://www.funica.org.ni/wp-content/uploads/2022/07/Guia-Uso-y-manejo-de-Paecilomyces-lilacinus-para-el-control-de-nematodos-pdf.pdf>

IPES/FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana
<https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>

SHARON, E., BAR-EYAL, I., CHET, I., HERRERA, A., KLEIFELD, O., SPIEGEL, Y. 2001. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum* *Phytopathology* 91:687-693.

Villegas, A. 2008. *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. *Orius Biotecnología*. Colombia. 2p.



Por un Desarrollo Agrario Integral y Sostenible

