



Fungicidas Biológicos

¿Qué son los fungicidas biológicos?

Los fungicidas biológicos ("biofungicidas") están compuestos de microorganismos benéficos que incluyen hongos especializados, bacterias y actinobacterias (bacterias filamentosas) que a menudo se encuentran naturalmente en los suelos y controlan hongos y bacterias que causan enfermedades en las plantas. Los investigadores han aislado cepas específicas que han sido formuladas con aditivos para mejorar su rendimiento y almacenamiento.

Los fungicidas biológicos son organismos vivos que se utilizan mejor de **forma preventiva** antes de que ocurra la enfermedad y no como tratamiento curativo para plantas ya enfermas. Siempre deben combinarse con un saneamiento adecuado y otras prácticas culturales que promuevan la salud de las plantas.

¿Cómo funcionan los biofungicidas?

Los biofungicidas funcionan (su modo de acción) de varias maneras diferentes, incluida la competencia directa o la exclusión, la antibiosis, la depredación o el parasitismo, la resistencia inducida y la promoción del crecimiento de las plantas. Muchos fungicidas biológicos funcionan de múltiples maneras, como por ejemplo competencia y parasitismo, por lo que es menos probable que desarrollen resistencia en comparación con los fungicidas convencionales, particularmente los fungicidas con un modo de acción específico ("*single-site fungicide*").

Competencia directa / Exclusión antes de que pueda ocurrir una infección radicular, los patógenos deben acceder a la zona estrechamente asociada con la raíz, conocida como rizosfera. Para las enfermedades foliares, el patógeno debe hacer contacto con la zona de la hoja o la flor. El biofungicida desarrolla una barrera defensiva alrededor de esta raíz, hoja o zona floral. Los microorganismos beneficiosos compiten con los patógenos de las plantas por los nutrientes, los sitios de infección y el espacio, excluyendo al patógeno.

Antibiosis El biofungicida produce compuestos químicos o metabolitos secundarios como antibióticos u otras toxinas que matan al organismo objetivo. El biofungicida crea compuestos que evitan que las esporas de hongos o bacterias germinen y causen enfermedades a las plantas, o los compuestos restringen el crecimiento del patógeno.

Depredación o parasitismo El biofungicida ataca y se alimenta del patógeno, produciendo enzimas degradantes de la pared celular, inhibiendo o matando al patógeno.

Inducir resistencia a la planta huésped El biofungicida provoca que la planta huésped active sus propios mecanismos de defensa. Las plantas producen ácido salicílico (un derivado de la aspirina) que viaja a otras partes de la planta y envía señales a estos tejidos para activar sus mecanismos naturales de defensa. Esto se conoce como resistencia sistémica adquirida (SAR por sus siglas en inglés) o resistencia sistémica inducida (ISR por sus siglas en inglés) que mejora la respuesta de las plantas al ataque de patógenos al activar el metabolismo de los compuestos de defensa de las plantas.

Promoción del crecimiento vegetal El biofungicida promueve el crecimiento de las raíces y los brotes en ausencia de patógenos vegetales. El biofungicida puede incrementar la disponibilidad de nutrientes de hierro y otros micronutrientes al cambiar el pH o las enzimas que ayudan a descomponer los nutrientes insolubles.

Algunos microorganismos beneficiosos comunes que están disponibles comercialmente

Los hongos beneficiosos como *Trichoderma* se han aislado del suelo, la madera en descomposición y la materia orgánica vegetal. Diferentes especies están disponibles comercialmente, incluyendo *T. harzianum*, *T. virens*, *T. asperellum* y *T. gamsii*. Se aplican esporas latentes de *Trichoderma*, las esporas germinan y el micelio fúngico (el micelio es la parte vegetativa de un hongo o colonia bacteriana similar a un hongo, que consiste en una masa de hifas ramificadas en forma de hilo) se enrolla alrededor de las raíces de las plantas bloqueando el patógeno, lo que resulta en una barrera contra la infección. El hongo también secreta enzimas que atacan la pared celular del patógeno. También hay un aumento en el crecimiento de la planta y raíces, por lo que el hongo tiene más raíces para colonizar. La combinación de *T. harzianum* y *T. virens* suprime *Pythium aphanidermatum* y es más eficiente en el control de *Phytophthora* que la aplicación de *T. harzianum* solo.

Gliocladium catenulatum es un hongo aislado del suelo en Finlandia. Coloniza la superficie de la hoja y la raíz. El *gliocladium* funciona mediante el hiperparasitismo y la competencia por los nutrientes y el espacio.

Bacterias

Bacillus subtilis es una bacteria saprofita de origen natural. Hay diferentes cepas disponibles comercialmente. *Bacillus subtilis* funciona de varias maneras produciendo antibióticos, desplazando al patógeno al inhibir la germinación de esporas e interferir con la unión del patógeno a la planta. Mejora la inmunidad

de las plantas y envía señales a los tejidos para que activen sus mecanismos naturales de defensa.

Al combatir enfermedades bacterianas, los productores pueden alternar *Bacillus* con fungicidas de cobre para ayudar a reducir el potencial de daño a las plantas o fitotoxicidad que puede ocurrir por aplicaciones repetidas de algunos productos de cobre bajo ciertas condiciones. *Bacillus* también se puede utilizar contra las manchas fúngicas de las hojas. *Bacillus amyloliquefaciens* coloniza la rizosfera de la planta, estimulando el crecimiento de las plantas y suprimiendo los patógenos fúngicos y bacterianos competitivos. *Streptomyces* es una bacteria filamentosa que se encuentra en el suelo y la vegetación en descomposición que produce esporas y antibióticos. Streptomicina toma su nombre directamente de *Streptomyces*. *Streptomyces* sp. K 61 se aisló originalmente de turba de sphagnum y la cepa WYEC 108 de *S. lydicus* es una bacteria natural que se encuentra en el suelo.

Beneficios de los fungicidas biológicos

- Reducción de riesgos para los aplicadores y el medio ambiente.
- Intervalos de reentrada e intervalos de días a cosecha más cortos que muchos fungicidas convencionales.
- Muchos están etiquetados para su uso en cultivos comestibles, incluidas hierbas y plantas de lecho vegetal.
- La mayoría (pero no todos) están aprobados por OMRI para la producción orgánica. Consulte las etiquetas o sitios web de la compañía o visite el sitio web de OMRI en www.omri.org
- Menos posibilidades de daños en la planta, pero no siempre, así que consulte las etiquetas de los productos y los sitios web de la empresa.
- Generalmente compatible con depredadores y parásitos beneficiosos (enemigos naturales), nematodos beneficiosos (consulte los sitios web de la compañía para obtener más información).
- Mejoran la absorción de ciertos nutrientes.
- Se puede utilizar en rotación con productos químicos convencionales para reducir el riesgo de que los patógenos desarrollen resistencia a los fungicidas convencionales (especialmente fungicidas sistémicos con solo un modo de acción).

Limitaciones de los fungicidas biológicos

- Deben usarse preventivamente, ya que no curarán las plantas enfermas.

- Debe usarse con controles culturales adecuados para el crecimiento de las plantas, incluido el material vegetal inicial limpio y las condiciones de crecimiento.
- Debe utilizar estrictos protocolos de sanitización.
- Tienen una vida útil más corta (consultar etiquetas) que los fungicidas convencionales y necesitan ser almacenados en condiciones adecuadas para evitar la mortalidad.
- Es posible que deba aplicarse con más frecuencia que los fungicidas convencionales.

Cómo aplicar biofungicidas

Debe iniciar con invernadero y material vegetal limpio. Los fungicidas biológicos **DEBEN** usarse como tratamiento preventivo. Para las enfermedades foliares, puede ser útil combinar aplicaciones con el uso de cultivares resistentes a enfermedades para la supresión de estas.

Aplicar inmediatamente después de mezclar con agua. Consulte los sitios web de la empresa para obtener información de compatibilidad con otros productos. Debido a que los biofungicidas son organismos vivos, tienen una vida útil limitada y deben almacenarse en condiciones adecuadas. No almacene biofungicidas por mucho tiempo y tenga en cuenta la fecha de vencimiento en el paquete.

En estudios en Universidades, los investigadores a veces ven un efecto desigual al aplicar fungicidas biológicos; sin embargo, estos estudios se realizan con presiones de enfermedad más altas que en invernaderos comerciales. Para completar sus propios ensayos de manera interna, deje una serie de plantas sin tratar para que sirvan como tratamiento de control. Las diferencias en su cultivo, sustrato, pH de los sustratos, uso de fertilizantes y presión de la enfermedad pueden influir en qué tan bien funcionan estos diferentes productos. Use en alternancia con fungicidas convencionales.

Los fungicidas biológicos son una herramienta útil para los productores si se usan preventivamente, en combinación con un saneamiento adecuado y otras prácticas culturales.

Algunos fungicidas biológicos utilizados en la producción en invernadero

Si alguna información es inconsistente con la etiqueta, siga la etiqueta.

Nombre comercial/ Intervalo de reentrada (REI)/ Producto orgánico/ Fabricante	Organismo	Enfermedad que controla	Cultivos	Vida útil
Actinovate SP REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Valent/Nufarm	<i>Streptomyces lydicus</i> WYEC 108	“Drench” al suelo: <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> Foliar: Mildiú, Tizón de Botrytis, Xanthomonas	Plantas ornamentales de invernadero	1 año
Asperello T34 BioControl REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Biobest Estados Unidos	<i>Trichoderma asperellum</i> T34	Supresión de enfermedades de pudrición de la raíz (<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> y <i>Phytophthora</i>)	Plantas ornamentales de invernadero	2 años (a 4 °C (40 °F))
BotryStop REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Bioworks	<i>Ulocladium oudemansii</i> U3	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Plantas ornamentales de invernadero y vegetales	1 año (Refrigerado) No congelar.
Cease REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Bioworks	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	“Drench” al suelo: <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i>	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	3 años (21-24 °C (70-75 °F))

		Aplicación foliar: Antracnosis, Manchas Foliales Bacterianas y Fúngicas, Tizón de Botrytis, Mildiú Velloso, Mildiú Polvoso, Roya		
Companion Biological Fungicide Wettable Powder REI 4 hr. Douglas Plant Health	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ENV503	Alternaria, Botrytis, Mildiú Polvoso, <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Xanthomonas</i>	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	2 años
Double Nickel 55 REI 4 horas Producto certificado por OMRI Certis, Estados Unidos	<i>Bacillus amyloilquefaciens</i> D747	Ahogamiento o “Damping off” (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Fusarium</i>), Antracnosis , Manchas Foliales Bacterianas y Fúngicas , Botrytis Blight, Mildiú Velloso, Mildiú Polvoso, Roya, Tizón de Sclerotina	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	2 años
EcoSwing REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Gowan	Extracto de <i>Swinglea glutinosa</i>	Mancha foliar de Alternaria, Mildiú Velloso de Albahaca, Mildiú Polvoso	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	3 años

LALSTOP G46 WG REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Lallemand Plant Care	<i>Gliocladium catenulatum</i> J1446	Tizón de Botrytis, Pudriciones de la raíz (<i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i>), Mildiú Polvoso	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	1 año
Mycostop REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Lallemand Plant Care	<i>Streptomyces sp.</i> K61	Supresión del Tizón de Botrytis, “ <i>Damping Off</i> ” y enfermedades de pudrición de la raíz (<i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i>)	Plantas ornamentales de invernadero, hortalizas y hierbas. No trate semillas de dusty miller (<i>Jacobaea maritima</i>) o melón.	1 año
Obtego REI 4 hr. Producto certificado por OMRI SePro	<i>Trichoderma asperellum</i> ICC 012 y <i>Trichoderma gamsii</i> ICC 080	<i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Thielaviopsis</i>	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	15 meses
Regalia GC REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Marrone Bio Innovations	Extracto de <i>Reynoutria sachalinensis</i>	Antracnosis, Manchas Foliares Bacterianas y Fúngicas, Tizón de Botrytis, Mildiú Velloso, Tizón Tardío, Mildiú Polvoso	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	3 años
RootShield WP REI 4 hr. Producto certificado por OMRI	<i>Trichoderma harizanum</i> Rifai T-22	Enfermedades de pudrición de la raíz: <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> ,	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas. No hacer	6 meses (refrigerado)

Bioworks		<i>Cylindrocladium</i> , <i>Thielaviopsis</i>	aplicación foliar en cultivos comestibles.	
RootShield Granules REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Bioworks	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T-22	Enfermedades de la pudrición de la raíz: <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cylindrocladium</i> , <i>Thielaviopsis</i>	Plantas ornamentales de invernadero, algunos vegetales y hierbas	9 meses (refrigerado)
RootShield Plus WP REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Bioworks	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T-22 y <i>Trichoderma virens</i> G-41	Enfermedades de pudrición de la raíz: <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cylindrocladium</i> , <i>Thielaviopsis</i>	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas. No hacer aplicación foliar en cultivos comestibles.	10 meses (refrigerado)
RootShield Plus Granules REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Bioworks	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T-22 y <i>Trichoderma virens</i> G-41	Enfermedades de pudrición de la raíz: <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cylindrocladium</i> , <i>Thielaviopsis</i>	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	1 año (refrigerado)
Soilgard REI 4 hr. Producto certificado por OMRI Certis, Estados Unidos	<i>Gliocladium virens</i> GL-21	Pudriciones de raíces y coronas (<i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotina</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Sclerotium</i> y <i>Fusarium</i>)	Plantas ornamentales de invernadero y vegetales	1 año (Si está abierto, pero está refrigerado a 4 °C a 7 °C (40 °F a 45 °F) se mantendrá por 3 meses)
Stargus REI 4 hr. Producto certificado por OMRI	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> F727	Foliar: Mildiú Velloso, Tizón de Botrytis, Tizón Tardío	Plantas ornamentales de invernadero vegetales y hierbas	2 años

Marrone Bio Innovations		“Drench” al suelo: <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i>		
Subtilix NG REI 4 hr. BASF	<i>Bacillus subtilis</i> MB1 600	<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , Mildiú Polvoso, Tizón de Botrytis	Plantas ornamentales de invernadero y vegetales	2 años
Triathlon BA REI 4 hr. Producto certificado por OMRI OHP	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> D747	“Damping off” (<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i>), Manchas Foliares Bacterianas y Fúngicas, Mildiú Velloso, Mildiú Polvoso, Tizón de Botrytis, Roya	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	1 año
Zio REI 4 hr. Producto certificado por OMRI SePro	<i>Pseudomonas chloroaphis</i> AFS009	Pudriciones de raíces y tallos (<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i>), Tizón de Botrytis (supresión)	Plantas ornamentales de invernadero, vegetales y hierbas	18 meses

Esta información se proporciona con el entendimiento de que no se pretende discriminación y no se implica respaldo. Debido a las regulaciones en constante cambio, no asumimos ninguna responsabilidad por sugerencias. Si alguna información en estas tablas es inconsistente con la etiqueta, siga la etiqueta. Siempre siga las instrucciones de la etiqueta con respecto a los usos registrados y tenga en cuenta las precauciones. No todas las enfermedades infectan todos los cultivos. Para evitar cualquier problema de fitotoxicidad, primero realice una prueba puntual antes de su uso generalizado.

Los fungicidas biológicos están regulados por La Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) y tienen un número de registro de la EPA, a diferencia de los inoculantes microbianos los cuales no cumplen estos requisitos. Algunos de los ingredientes activos de los fungicidas biológicos también pueden venderse como inoculantes microbianos.

Por Pundt, L. UConn Extension, 2015. Actualizada, Sept. 2020
Traducido por Carla Caballero, 2023.

Referencias

Caldwell, B, E. Sideman, A. Seaman, A. Shelton, and C, Smart. 2013. Resource Guide for Organic Insect and Disease Management. 2nd edition. Cornell University. (New York State Agricultural Experiment Station). 150 pp. <http://web.pppmb.cals.cornell.edu/resourceguide/pdf/resource-guide-for-organic-insect-and-disease-management.pdf>

Chase, A. R. 2013. Biological Update. Greenhouse Management. April 2013. <http://www.greenhousemag.com/gm0413-biological-products-use-production.aspx>

Daughtrey. M. 2015. Fundamentals of Biological Controls of Fungal and Bacterial Diseases. E-Gro Biocontrol webinar <http://e-gro.org/webinars.php>

Dicklow, M. B. 2014. Biofungicides. UMass Extension Fact sheet. <https://ag.umass.edu/fact-sheets/biofungicides>

Elmer, W. H. 2008. Biological and Biorational fungicides offer control options. NM Pro. August 2008. 63- 66. https://www.bioworksinc.com/in-the-news/nmpro_8-08.pdf

Harman, G. E. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology. 96:190-194.

Raudales, R., and C. McGehee. 2017. Biofungicides for Control of Root Diseases on Greenhouse-Grown Vegetables. EGro Edible Alert. 2(7): April 2017.

Bioworks Product Shelf Life

<https://www.bioworksinc.com/products/shared/product-shelf-life.pdf>

Este trabajo es apoyado por el Programa de Protección de Cultivos y Manejo de Plagas [donación no. 2021-70006-35582/no de acceso al proyecto 1013777] del Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura del USDA. Las opiniones, hallazgos, conclusiones o recomendaciones expresadas en esta publicación pertenecen al autor(es) y no reflejan necesariamente el punto de vista del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

La información de este documento es solo para fines educativos. Las recomendaciones contenidas se basan en el mejor conocimiento disponible en el momento de la publicación. Cualquier referencia a productos comerciales, nombres comerciales o de marca es solo para información y no se pretende ningún respaldo o aprobación. La Extensión de UConn no garantiza el estándar de ningún producto al que se hace referencia ni implica la aprobación del producto con exclusión de otros que también puedan estar disponibles. La Universidad de Connecticut, Extensión de UConn, Facultad de Agricultura, Salud y Recursos Naturales es un empleador y proveedor de programas con igualdad de oportunidades.