



Control biológico de enfermedades

Marco Aurelio Cristancho Ardila

Para muchas enfermedades de las plantas los métodos tradicionales de control químico no son siempre económicos o efectivos e implican riesgos para la salud humana o animal y para la seguridad medio ambiental. Surge entonces el control biológico como una alternativa natural que involucra el uso de microorganismos benéficos tales como hongos, bacterias, nematodos y virus, que por diferentes mecanismos atacan y regulan los patógenos de las plantas y las enfermedades que ellos causan. El control biológico ofrece una alternativa amigable para el medio ambiente, la cual puede ser incorporada junto con métodos de control cultural y el uso limitado de químicos en un sistema de manejo integrado de enfermedades.

Pese a las ventajas que se vislumbran en el uso del control biológico, el desarrollo comercial y la utilización de biocontroladores de enfermedades impone ciertos retos si se considera que son productos con características especiales, regidos además por una legislación específica. Estos productos presentan baja viabilidad en comparación con los pesticidas (inferior a seis meses); requieren de una manipulación y conocimiento especial para su uso; los resultados de campo no son consistentes entre diferentes ensayos y requieren de condiciones ambientales específicas para su aplicación. No obstante, también existen ventajas en el desarrollo de biopesticidas como la poca competencia en el mercado y la tendencia mundial hacia la preservación del medio ambiente y hacia el consumo de alimentos libres de pesticidas

Microorganismos usados en el control biológico de enfermedades

Los microorganismos para el control biológico deben ser de crecimiento vegetativo rápido, alta capacidad reproductiva y de supervivencia, diferentes niveles de dormancia, estar libres de antagonistas naturales, alta habilidad competitiva, adaptabilidad a la planta tratada y una alta versatilidad medio ambiental. Existe un gran número de microorganismos potencialmente útiles como agentes de control biológico de enfermedades (Tabla 2); entre los más estudiados y de los cuales se han desarrollado un mayor número de productos se encuentran *Trichoderma* spp., *Gliocladium*, *Pseudomonas* spp., *Bacillus subtilis*, *Paecilomyces lilacinus*, *Fusarium oxysporum* (no patogénico) y *Verticillium lecanii* (Boland y Kuykendall, 1998).

Trichoderma spp.

Es un hongo presente en prácticamente todo tipo de suelos y en otros diversos hábitat. Las especies *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii* y *T. hamatum* se utilizan comúnmente para el control de enfermedades del suelo, donde su característica de reproducción asexual les confiere gran adaptabilidad y rápida evolución. En el suelo, el desarrollo del hongo se favorece por la presencia de raíces vivas o en descomposición, alto contenido de materia orgánica, buena aireación y humedad. Su forma de acción sobre los patógenos incluye micoparasitismo,

antibiosis, competencia por nutrientes y espacio, tolerancia al estrés debido al aumento en el desarrollo de la raíz y la planta, solubilización y captación de nutrientes inorgánicos, inducción de resistencia en la planta, inactivación de las enzimas del patógeno y producción de quitinasas, entre otras. Algunos aislamientos de *Trichoderma* spp. poseen resistencia a la mayoría de químicos agrícolas, incluyendo fungicidas.

Trichoderma se utiliza como biopesticida en cultivos de flores, plantas ornamentales, fresas, fríjol, maíz, algodón, papa, árboles frutales y especies forestales. Sus formas de aplicación incluyen la aspersión al suelo después de un tiempo de solarización o tratamiento químico; aspersión sobre heridas ó incorporado o inyectado al suelo. En Estados Unidos es producido por varias compañías y se comercializa bajo los nombres de Trichoderma 2000, Trieco, EcoSOM, T-22, Planter Box, Bio-Fungus y Binab T.

Pseudomonas spp.

Las especies fluorescentes de *Pseudomonas* spp., se utilizan en la agricultura desde 1970 cuando se descubrió su capacidad de promover el crecimiento de plantas cultivadas. Estas cepas son aisladas comúnmente de suelos supresivos de enfermedades donde su acción se relaciona con la producción de sideroforos, compuestos que compiten por hierro en el suelo; con la producción de metabolitos con actividad antifúngica y finalmente con la inducción de resistencia en la planta hospedante.

Tabla 2. Microorganismos usados en el control biológico de enfermedades.

Hongos	Bacterias
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	<i>Agrobacterium radiobacter</i>
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Candida oleophila</i>	<i>Burkholderia cepacia</i>
<i>Catenaria anguillulae</i>	<i>Candida oleofila</i>
<i>Cladorrhinum</i> spp.	<i>Enterobacter cloacae</i>
<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
<i>Gliocladium virens</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>
<i>Gliocladium catenulatum</i>	<i>Streptomyces griseoviridis</i>
<i>Laetisaria</i> spp.	
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	
<i>Phanerochaete gigantea</i>	
<i>Phlebia gigantea</i>	
<i>Pythium oligandrum</i>	
<i>Sporidesmium sclerotivorum</i>	
<i>Sporothrix</i> spp.	
<i>Stilbella</i> spp.	
<i>Talaromyces flavus</i>	
<i>Talaromyces wortmannii</i>	
<i>Tilletiopsis</i> spp.	
<i>Trichoderma harzianum</i>	
<i>Trichoderma koningii</i>	
<i>Trichoderma viride</i>	
<i>Verticillium lecanii</i>	

Entre las especies más comunes en el control biológico de enfermedades de la raíz están *P. syringae* ESC-10 y ESC-11, *P. fluorescens* A506, *P. chlororaphis*, *P. aureofaciens* TX1 y *P. capacia*. La bacteria *Pseudomonas* spp. hoy conocida como *Burkholderia* se utiliza para el control de patógenos fúngicos y

bacterianos que atacan raíces y, en algunos casos, también contra patógenos que atacan tejidos foliares, flores o frutos. Adicionalmente, algunos aislamientos son efectivos en tratamientos para prevenir congelamiento de tejidos foliares. Entre los metabolitos producidos por *P. aureofaciens*

involucrados en el control biológico están los sideróforos, las fenazinas, el pirrolnitrino, y el cianuro de hidrógeno (HCN).

Bacillus subtilis

Esta bacteria se utiliza en cultivos de algodón, arveja, manzana, trigo y maíz. Entre los patógenos que ataca se encuentran *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. y *Cercospora* spp. Los métodos para su aplicación incluyen aspersiones, tratamiento de semillas, adición a soluciones nutritivas y encapsulación. Algunos de los productos desarrollados y comercializados en Estados Unidos con base en *B. subtilis* son Serenade, System 3, Subtilex Rhizo-Plus, Companion y Kodiak.

Paecilomyces lilacinus

Este hongo habitante del suelo es patógeno de varias especies de nematodos que atacan la raíz en cultivos de banano, tomate, caña de azúcar, piña, cítricos, café, estropajo y papa. Su efecto de control se basa en la producción de metabolitos tóxicos y parasitismo de huevos, larvas y adultos. Normalmente las formulaciones contienen concentrados de esporas secas y se usan para tratar semilleros o suelos para preparación de almácigos. Entre los productos comerciales con base en este biocontrolador están: Paecil y Bioact.

Fusarium oxysporum (no patogénico)

Aislamientos no patogénicos de *F. oxysporum* obtenidos de suelos supresivos y de suelo cercano a plantas afectadas por patógenos del suelo se utilizan para el control biológico de enfermedades causadas por la misma especie del hongo y por otras especies del

mismo género como *F. moniliforme*. Este antagonista compite por nutrientes y sitios de infección con las especies patogénicas e induce resistencia en la planta. Se utiliza con éxito incorporándolo directamente al suelo en cultivos de clavel, tomate y espárrago. Entre los productos comerciales desarrollados en Estados Unidos con esta especie están el Biofox C y el Fusaclean.

Verticillium lecanii

V. lecanii es un microorganismo polífago que parasita artrópodos, hongos patógenos como royas y mildes polvosos y nematodos de la raíz. A pesar de su baja estabilidad en campo y su requerimiento de alta humedad, en años recientes se han desarrollado productos a partir de este hongo.

Control biológico con virus

Este tipo de control explota un mecanismo que se denomina hipovirulencia y que ha sido estudiado principalmente en el hongo *Cryphonectria parasitica*, causante del tizón del castaño (*Castanea* spp.). La hipovirulencia de este hongo es un fenómeno en el cual la infección del patógeno por un hipovirus dsARN ocasiona disminución de su virulencia (Heiniger y Rigling, 1994).

El tratamiento consiste en la aplicación de una cepa hipovirulenta (infectada con el virus) en los chancros que ha causado una especie virulenta sobre el tronco del árbol. La efectividad de este tratamiento se ve afectada por la presencia de una raza diferente del patógeno que presente incompatibilidad vegetativa con la raza hipovirulenta usada en los tratamientos.

Un mecanismo de control similar lo presenta el uso de satélites virales aplicados para el control de enfermedades causadas por virus, como por ejemplo, el virus del mosaico del pepino. Se ha ensayado el potencial de esta tecnología en los últimos años y su incorporación en planes de manejo de enfermedades está aún por desarrollarse.

Finalmente, el producto comercial Phagus, que está basado en un bacteriófago ha sido desarrollado para el control de la bacteria *Pseudomonas tolaasii* que ataca cultivos de los hongos comestibles *Agaricus* spp. y *Pleurotus* spp.

Control biológico de enfermedades en postcosecha

El control de enfermedades de la postcosecha presenta un reto distinto al del

control de enfermedades de la planta cultivada, pues se requiere una eficiencia de control entre 95% y 98%, y es necesario considerar los reglamentos estrictos que existen sobre la seguridad microbiana alimentaria. Uno de los agentes controladores de enfermedades de postcosecha más efectivos en diferentes cultivos y bajo un amplio rango de condiciones medio ambientales es la levadura *Pichia guilliermondii*.

El producto más utilizado en el mercado en Estados Unidos es ASPIRE™ (Ecogen), producido a partir de la levadura *Candida oleophila*, aislada de la corteza de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum*). En heridas, la levadura compite por espacio y nutrientes con los patógenos y es antagonista contra varias especies de

Tabla 3. Biopesticidas con registro de venta en Colombia.

Compañía	Ciudad	Producto	Microorganismo	Enfermedad o plaga que ataca	Cultivo
BIOCARIBE S.A.	Medellin	Bioderma	<i>Trichoderma harzianum</i>		
		Biomyces	<i>Paecilomyces lilacinus</i>		
ORUIS	V/vicencio		<i>Trichoderma</i>		
FLORAMERICA	Bogotá		<i>Trichoderma</i>		Flores
PRODUCTOS BIOLOGICOS PERKINS LTDA	Palmira		<i>Trichoderma</i>		
AGO BIOCONTROL	B/manga	Paecilomyces 50	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Coleópteros, nematodos	Flores, vegetales y algunos frutales.
		Trichoderma 50	<i>Trichoderma harzianum</i>	Fusarium Rhizoctonia Alternaria Rosellinia, Botrytis Sclerotium y Phytophthora spp.	Flores, vegetales y algunos frutales.
LAVERLAM	Cali	Bauveril	<i>Beauveria bassiana</i>	Coleópteros	Varios cultivos
		Brocanil	<i>B. bassiana</i>	Broca	Café
		Destruxin	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Varias plagas	Varios cultivos
Vektor	<i>Entomophthora virulenta</i>	Homoptera, Thysanoptera y Diptera.	Varios cultivos		
Vertisol	<i>Verticillium lecanii</i>	Hemiptera, Homoptera y Thysanoptera	Varios cultivos		
Tunilav	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Lepidópteros	Varios cultivos		

