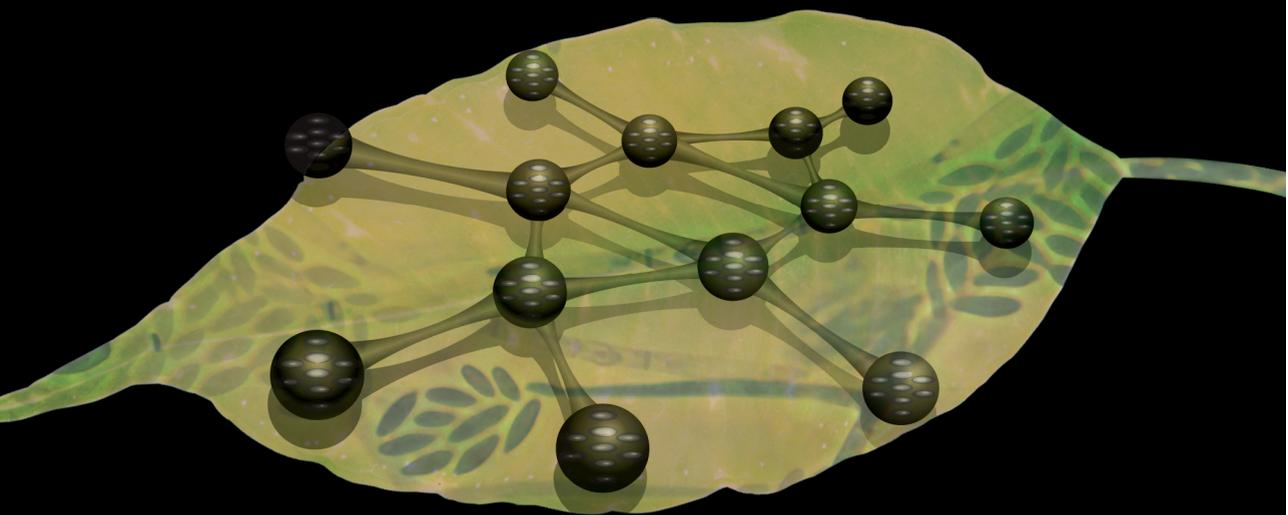


# Enfermedades de plantas: control biológico



Lilliana M. Hoyos Carvajal  
Editora

ECOE EDICIONES



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA  
SEDE BOGOTÁ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CENTRO EDITORIAL



## **LILLIANA HOYOS CARVAJAL**

Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (Colombia). Magister en ciencias en fitopatología de la Universidad de Caldas (Colombia). Doctora en Biología de la Universidad de Antioquia (Colombia).

Docente de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá en el área de Protección Vegetal en la Facultad de Agronomía en pre y posgrado. Especialista en hongos fitopatógenos y bio reguladores usados en agricultura.

### **Coautores:**

ALBA MARINA COTES. Ph. D. Laboratorio de Control Biológico, Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Bogotá, Colombia.

ALIA RODRÍGUEZ VILLATE. Ph. D. Facultad Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

ANDRÉS DÍAZ. Laboratorio de Control Biológico, Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Bogotá, Colombia.

ANÍBAL L. TAPIERO. Ph. D. CI la Libertad. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Villavicencio, Colombia.

CAMILO RAMIREZ. Ph. D. Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

CARLOS ANDRÉS MORENO. M. Sc. Laboratorio de Control Biológico, Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Bogotá, Colombia.

CHARLES VOLCY. Ph. D. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia.

# Prólogo

Al inicio de todo libro se explica de qué trata, para el caso, este libro presenta aspectos puntuales sobre el manejo biológico de enfermedades de plantas, sobre las particularidades de los sistemas biológicos que involucran. Este libro no es un tratado de alternativas biológicas. Esta obra hace una contribución al compromiso actual de ver a la agricultura como el eje central que une la demanda actual de alimentos, agua y energía, además la urgente necesidad de preservación, que si se quiere, debe hacerse por el simple hecho de preservar, pero un enfoque más radical habla de los cambios extremos en el planeta, uno de ellos la pérdida de diversidad, la extinción, pero sobre todo seguridad alimentaria.

Es tiempo de dejar de ver la conservación, la generación de energía y la agricultura como cuestiones separadas y afrontar el desafío de equilibrar de forma inteligente las necesidades (y deberes) de estos sectores, aprovechando las sinergias y buscando oportunidades para reducir el despilfarro, el deterioro de los recursos ambientales, la deriva genética. Es urgente identificar formas de compartir y reutilizar recursos, mas que competir por ellos.

La FAO calcula que para alimentar una población mundial que se espera alcance cerca de 9000 millones de personas en 2050, la consecuencia lógica es que la producción agrícola deba incrementarse en un 70% y en algunos países en desarrollo el aumento deberá ser del 100%, y en todos las pérdidas deben reducirse a cero. Sin embargo esto no es tan fácil de lograr, la superficie agrícola por persona ha reducido de 0,38 hectáreas en 1970 a 0,23 hectáreas en el año 2000, con una disminución prevista a 0,15 hectáreas por persona para 2050. La demanda global de energía se incrementará en un 30% para 2035 y la competencia por el agua entre la agricultura, las ciudades y la industria se intensificará. Con este panorama la responsabilidad actual es conservación y educación, es este último el compromiso central de los autores de este libro.

Existe una enorme cantidad de investigaciones realizadas bajo condiciones controladas del uso de microorganismos y otras sustancias de origen biológico para el control de agentes causales de enfermedades, pero este conocimiento no se refleja en las prácticas agrícolas actuales. Tampoco se aprovecha la diversidad microbiana para este fin. Dónde está la brecha? Será que los reguladores biológicos tienen un buen comportamiento visto desde el microscopio y luego se tornan caóticos en el ambiente? Cuáles son las dificultades de implementar estos métodos de control de agentes causales de enfermedad? Por qué si es urgente, la comunidad científica está fallando en entregar este tipo de tecnologías? Por qué si es urgente no se implementa en campo de forma masiva? Hay muchas preguntas que deben ser contestadas desde el contexto ambiental y productivo, y reconocer que las alternativas biológicas para producción de cultivos son parte de los componentes de manejo, esta estrategia por sí sola, sin control cultural o nutrición adecuada, conduce a resultados indeseados.

El entendimiento de las particularidades de los microorganismos y otros, para controlar los agentes bióticos causales de enfermedades, que en términos generales son responsables directas de entre un 40 a 50% de la pérdida actual de cosechas en el mundo, es lo que se aborda en esta obra. Cada capítulo está escrito por personas que tiene amplia trayectoria en los temas tratados, han trabajado con sus manos los temas escritos. Esto permite al lector empezar a encontrar respuestas o construir respuestas de implementación del manejo biológico de enfermedades de plantas.

Este libro hace parte del compromiso de cada uno de sus autores y personas que colaboraron con esta obra de generar un texto que entregue de forma conjunta las experiencias de manejo biológico de enfermedades de plantas en el ámbito de la producción agrícola actual, el cual todos esperamos contribuya y eduque para una cultura agrícola sana.

Liliana Hoyos-Carvajal. Editora

# Tabla de contenido

## Generalidades en manejo biológico de patógenos de plantas

<b>1. Conceptos generales de manejo biológico de fitopatógenos .....</b>	<b>1</b>
--	----------

## Microorganismos para manejo biológico y sus estrategias y mecanismos

<b>2. <i>Trichoderma</i>: especificidad, variabilidad y usos .....</b>	<b>11</b>
<b>3 Manejo biológico de fitonematodos.....</b>	<b>35</b>
<b>4. Hongos nematófagos de nematodos fitoparásitos.....</b>	<b>49</b>
<b>5. <i>Quorum sensing</i> y <i>quorum quenching</i> en el manejo de bacterias fitopatógenas.....</b>	<b>71</b>
<b>6. Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal.....</b>	<b>97</b>
<b>7. Hongos formadores de micorrizas arbusculares .....</b>	<b>127</b>

## Aplicaciones industriales

<b>8. Desarrollo de bioplaguicidas para control de fitopatógenos.....</b>	<b>143</b>
<b>9. Nanobiotecnología: formulación de nuevas sustancias para el control de fitopatógenos y su aplicación en agricultura .....</b>	<b>159</b>

## Casos de estudio

<b>10. Manejo biológico en la filosfera: modelo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet en banano (<i>Musa AAA</i>) .....</b>	<b>179</b>
<b>11. Manejo biológico de patógenos en cultivos perennes: <i>Microcyclus ulei</i> en caucho (<i>Hevea</i> spp.).....</b>	<b>205</b>

# 1. Conceptos generales en manejo biológico de fitopatógenos

Lilliana M. Hoyos-Carvajal<sup>1</sup>

## Contenido

Introducción.....	1
Concepto de control biológico.....	4
¿El control biológico o la regulación biológica?.....	4
Mecanismos de regulación biológica.....	5
Desarrollo actual de los métodos de regulación biológica.....	8
Referencias bibliográficas.....	9

## Introducción

Según cálculos de la FAO, realizados a partir de información en más de 250 países del mundo –y basados en datos de consumo calorías/persona/día–, se determinó que los diez principales productos agrícolas consumidos en el mundo, en orden son: arroz, azúcar (caña y remolacha), maíz, aceite de soya, papa y aceite de palma, yuca, sorgo, aceite de mostaza (canola) (FAO, Statistics Division, 2005).

De acuerdo con The Economist, en marzo 25 de 2000 la población mundial se había incrementado en 90% durante los últimos 40 años. A su vez, durante este periodo la producción de cultivos aumentó en 25%. Con una proyección de 1.5 millones de personas adicionales por alimentar en 2020, la producción mundial de granos debería incrementarse en 39% (Fermín-Muñoz *et al.*, 2000). No obstante, el porcenta-

1. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

ELKIN BUSTAMANTE ROJAS. Ph. D. Consultor en Manejo Integrado de Plagas. San José, Costa Rica.

ELKIN ESCOBAR-CHAVES. Micr. ind. Corporación para Investigaciones Biológicas C.I.B. Medellín, Colombia.

HERLEY CASANOVA. Ph. D. Instituto de Química, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

JOHN BISSETT. Ph. D. Agriculture and Agri-Food Canadá, Eastern Cereal and Oilseed Research Centre. Ottawa, Canadá.

JOSEPH W. KLOPPER. Ph. D. Departamento de Entomología y Patología Vegetal, Auburn University. Alabama, Estados Unidos.

JUAN DAVID CASTILLO. M. Sc. Departamento de Entomología y Patología Vegetal, Universidad de Auburn. Alabama, Estados Unidos.

LAURA FERNANDA VILLAMIZAR. Ph. D. Laboratorio de Control Biológico, Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, Bogotá, Colombia.

LELIA LAVALETT. M. Sc. Corporación para Investigaciones Biológicas C.I.B. Medellín, Colombia.

LUIS FERNANDO PATIÑO HOYOS. M. Sc. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Medellín, Colombia.

LUZ ESTELLA VÁSQUEZ DAVID. M. Sc. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Medellín, Colombia.

MARCELA ORDOÑEZ CASTAÑEDA. M. Sc. Microbiología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

MARTHA ISABEL GÓMEZ. Ph. D. Laboratorio de Control Biológico, Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Bogotá, Colombia.

SERGIO ORDUZ. Ph. D. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia.

VALESKA VILLEGAS. M. Sc. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

# Enfermedades de plantas: control biológico



La obra ENFERMEDADES DE PLANTAS: CONTROL BIOLÓGICO es un texto escrito para estudiantes, profesionales, agricultores y aquellas personas que trabajan para la sanidad vegetal; es una compilación en lengua castellana de experiencias de investigación y productivas, abarcando conceptos, métodos y aplicaciones del manejo biológico de agentes causales de enfermedades de plantas, con el objeto de ser base y guía para la implementación de este tipo de manejo.

Este texto cubre capítulos en conceptos generales (mecanismos y modo de acción) y amplía aspectos biológicos sobre diversos grupos de agentes de control biológico: rizobacterias, *Trichoderma*, organismos antagonistas a nematodos en general, hongos nematofagos en particular y micorrizas, explorando temas como diversidad, mecanismos de acción, prospectiva y recomendaciones de uso. También se tratan aspectos determinados de control bacteriano como el quórum sensing y tecnologías de formulación y nanoformulación de productos biológicos como paso fundamental antes de aplicar estos agentes en campo; Y por último se presentan casos aplicados a cultivos mediante conocimiento de oferta ambiental en caucho, y manejo de complejos microbianos en filósfera para enfermedades en banano, que ilustran la realidad productiva cuando se usan conceptos y tecnologías de control biológico.

**Área:** Ciencias Naturales

**Colección:** Ecología y medio ambiente

ECO  
EDICIONES

[www.ecoediciones.com](http://www.ecoediciones.com)

ISBN 978-958-648-651-4

