

Categoría de Ficha

Las fichas Categoría B son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica media, que podrían ser complementarias o bien necesarias en la implementación de otras actividades, incluidas en: **Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático**

B

Medidas Relacionadas

- 7 Labranza de bajo impacto
- 8 Optimización del uso de plaguicidas sintéticos
- 18 Recuperación de hábitats naturales degradados
- 20 Reservorios de biodiversidad
- 24 Protección de Polinizadores
- 29 Sensibilización en temas medioambientales
- 30 Mapas de sostenibilidad

Estándares Internacionales relacionados con la medida

- Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3
Requisitos: 4.5.3
- Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2.
Criterio: 4.1.2 (Indicador 4.1.2.6)
- Criterio de Comercio Justo- para Organizaciones de Pequeños Productores, 2019, V2.5
Requisito: 3.2.2, 3.2.19
- Aseguramiento Integrado Finca-Global GAP V5.4-1.
Puntos de Control: CB/6.4



Plazo de Implementación

Hasta 3 años

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

Control biológico de plagas

FICHA
10

Descripción de la medida

El concepto de control biológico busca la reducción de la densidad de las poblaciones de agentes no deseados, como son las malezas, los patógenos y las plagas, hasta alcanzar niveles que no sean perjudiciales económicamente para el cultivo¹. Esto se realiza mediante la incorporación de enemigos naturales, también llamados organismos benéficos, que pueden ser microorganismos, extractos de plantas, minerales o invertebrados². En el caso de las malezas estos actúan eliminando partes vitales de las plantas o creando ambientes adecuados para que los enemigos naturales puedan establecerse³; mientras que a las plagas y enfermedades las atacan directamente. Sin embargo, el control biológico no sólo consiste en el ataque a las malezas, plagas o enfermedades de una manera directa, sino que también incluye la alteración del medio ambiente en el que estas se desarrollan². Un ejemplo es cuando se incluyen microorganismos descomponedores para el manejo del rastrojo de la piña⁴, reduciendo los ciclos de la [mosca del establo](#) “*Stomoxys calcitrans*”, o cuando se eliminan malezas hospederas de ciertas plagas u enfermedades. No obstante, el control biológico no busca sustituir al control químico, sino servir de alternativa para reducir el uso de agroquímicos⁵ (carga química y tóxica) en la agricultura; esto mediante la aplicación de mecanismos más amigables con el medio ambiente que incluyan un enfoque de manejo integrado

de plagas y enfermedades, donde se prioriza la prevención y la utilización de diferentes métodos de control para la reducción de poblaciones en vez de la aplicación inmediata de plaguicidas químicos⁶.



Fuente: Futurcrop 2023

Control biológico de plagas

¹ Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa sp.*): medidas para la temporada invernal. [ICA, 2012.](#)
² Control de plagas y malezas por enemigos naturales. [FHET, 2007.](#)
³ Efecto de las prácticas culturales sostenibles en el manejo de malezas del cultivo de banano. [Universidad Earth, 2003.](#)
⁴ Manejo de Plagas y Enfermedades. [EARTH-Proyecto Promes, 2010.](#)
⁵ Ver [ficha #5](#) “Optimización del uso de plaguicidas sintéticos”
⁶ Oferta de biocontroladores de origen costarricense. [PROCOMER, 2017.](#)

En la actualidad, el control biológico ha tomado auge nuevamente, debido a una mayor conciencia ambiental del consumidor y a las rigurosas regulaciones impuestas por algunos gobiernos relacionadas al uso de plaguicidas químicos⁶. A nivel mundial se comercializan alrededor de 1.400 tipos de bioplaguicidas, en presentaciones líquidas, polvos humectables, granulados y polvos. Destacan los elaborados a partir de bacterias como el *Bacillus Thuringiensis* (Bt)⁶.

Por otro lado, la Unión Europea y organismos internacionales como la FAO promueven este tipo de control de plagas y enfermedades como un mecanismo para la reducción del uso de algunos plaguicidas químicos que han sido considerados desfavorables para el medio ambiente y el ser humano. Por lo cual este tipo de estrategias, adquieren mayor relevancia y exigen una atención mayor en todos los ámbitos, especialmente en la investigación, la educación la financiación y la formulación de políticas⁷.

Los bioplaguicidas⁸ o plaguicidas naturales derivados de extractos naturales, microorganismos o sustancias que los liberan se distinguen por ser selectivos, es decir que sólo afectan a la plaga, maleza o enfermedad al que está dirigido. Estos se pueden clasificar según su ingrediente activo:

Grupo 1: a base de microorganismos (bacterias, hongos, virus, protozoarios).

Grupo 2: a base de macroorganismos (insectos entomófagos⁹ y nematodos entomopatógenos¹⁰)

Grupo 3: a base de sustancias bioactivas (extractos botánicos, minerales, otras derivadas de organismos)

Grupo 4: sustancias afines (atrayentes, feromonas, adherentes para trampas, protectores solares, pegamentos o gomas).

Si bien el uso de los bioplaguicidas tiene muchos beneficios asociados como la preservación de la biodiversidad gracias a su acción inofensiva hacia otros organismos benéficos, la reducción del uso indiscriminado de los plaguicidas y la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) asociados a la producción y distribución de dichos productos químicos; su uso también presenta algunas limitaciones⁸ que deben ser consideradas al momento de incluirlos en los planes de manejo de finca agrícolas:

- Su acción biocida no es inmediata ya que requiere de tiempo para atacar y reducir las poblaciones del agente no deseado. Tienen un enfoque más preventivo que curativo
- Normalmente son de carácter específico, es decir que atacan a un organismo directamente, lo que puede ser una limitante si existe más de una plaga o enfermedad activa. - Tienen requerimientos específicos para su almacenamiento, preparación y aplicación que pueden afectar su efectividad en campo si no se acatan de manera adecuada. Asimismo, un producto con baja concentración de microorganismos puede afectar la eficacia en el control de las plagas.
- No cualquier organismo puede ser un controlador biológico, ya que debe de seguir ciertos requisitos (especificidad, alta capacidad de reproducción, adaptación al ambiente, alta habilidad de dispersión y facilidad de reproducción en laboratorio)¹¹.

En todo caso, el control biológico es un complemento importante y necesario que debe estar vigente en los planes de manejo integrados de plagas y enfermedades, para lo cual es indispensable profundizar en la ecología, biología y comportamiento de los enemigos naturales de la plaga y de la plaga misma, además de aquellos factores que podrían ser causantes de cambios poblacionales, buscando lograr la

efectividad deseada al utilizarse en el momento preciso y de manera correcta.



Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático

- Reduce efectos colaterales sobre otros enemigos naturales de la plaga, manteniendo el equilibrio en el ecosistema.
- Disminuye significativamente el uso de insecticidas químicos, reduciendo los efectos contaminantes en el medio ambiente y la presencia de residuos en la fruta de exportación.
- Ayuda a disminuir las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero. Los plaguicidas químicos son responsables del 1-4% de las emisiones de GEI, las cuales empeoran el cambio climático. Por lo que es de suma importancia la utilización de control biológico donde se minimiza la utilización de estos productos¹².

Beneficios para la persona productora

- Reduce costos operativos, relacionados con la compra de insumos químicos para el control de plagas y enfermedades.
- Evita los riesgos de presencia de plagas secundarias que generalmente se presentan o resurgen cuando se aplican plaguicidas químicos que eliminan tanto plagas como organismos benéficos.
- Mejora la imagen de la persona productora y de la finca, al reducir la carga química y tóxica¹³.
- Reduce los riesgos laborales asociados al manejo de plaguicidas.

Metodología de implementación de la medida

Al implementar el control biológico es importante tomar en cuenta que esta práctica forma parte de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en finca, el cual busca combinar diferentes técnicas para el control de las enfermedades, plagas y malezas, en donde el uso de bioplaguicidas es una de ellas. Asimismo, se deben considerar otras prácticas que van de la mano con la agricultura de precisión, determinando necesidades de control en zonas afectadas por enfermedades o plagas, evitando de esta forma generalizar tratamientos en todo el área de cultivo; incluyendo el uso de recursos tecnológicos en las actividades de monitoreo,, llevando registros y mapeos que permitan comparar el antes y después de la aplicación del control biológico, optimizando así el recurso utilizado.

⁷ Utilización sostenible y conservación de los agentes de control biológico microbianos e invertebrados y de los bioestimulantes. [FAO, 2021](#).

⁸ Oferta de biocontroladores de origen costarricense. [PROCOMER, 2017](#).

⁹ Un insecto entomófago es cualquiera que se alimenta de otro, algunos buscan y se alimentan libre y activamente de varias presas durante su vida (depredadores, ejemplo: catarinas y crisopas), otros se desarrollan dentro o sobre su huésped hasta matarlos (parasitoides, ejemplo: avispitas y moscas). [SENASICA, 2020](#).

¹⁰ Doce familias de nemátodos se asocian con los insectos, algunas utilizan a estos artrópodos como un medio de transporte sin causar daños, otros pueden producir parasitismo y otros pueden transmitir enfermedades; estos últimos

se les denomina entomopatógenos. Dos familias destacan como NEP: Steinernematidae y Heterorhabditidae, ambas con ejemplos notables de asociación simbiótica y control de insectos. [INIA, 2021](#).

¹¹ Historia, ¿Qué es el Control Biológico? [INIA, 2020](#).

¹² Las plagas y el cambio climático: utilizar soluciones basadas en la naturaleza para disminuir los riesgos. [CABI, 2021](#).

¹³ Importancia del Control Biológico de plagas en la agricultura peruana. [SENASA, 2016](#).



Paso 1. Control biológico como parte del plan de manejo integrado de plagas y enfermedades

La estrategia debe incluir elementos como la correcta nutrición del cultivo¹⁴, labores de establecimiento apropiadas, identificación y monitoreo de plagas y enfermedades; así como distintas técnicas del MIPE¹⁵ que permiten un adecuado control de los organismos antagonistas, en donde como ya se comentó el biocontrol es un complemento clave para el éxito del plan.

a. Elementos generales

La persona productora debe considerar diversos elementos¹⁶ que se enlistan a continuación y que serán ampliados en las siguientes secciones:

- Identificación del problema (plaga o enfermedad).
- Determinación de los umbrales de daño económico¹⁷ a partir de los cuales se requiere realizar el control.
- Monitoreo de la plaga y enfermedad, así como la temperatura y humedad, lo que permite determinar con exactitud los niveles de infestación, la presencia de enemigos naturales y el efecto de las condiciones ambientales sobre éstas.
- Decisiones de manejo según los resultados obtenidos en el monitoreo, incluyendo el control preventivo.
- Implementación de diversas estrategias de control, considerando los niveles de infestación: biológico, cultural, etológico, mecánico y químico (mediante el uso de pesticidas selectivos si es necesario).
- Análisis de resultados con asesores técnicos, para realizar adecuaciones o cambios en las estrategias ejecutadas.



Fuente: Agroservicios del Sudeste, 2018

b. Identificación y monitoreo de principales plagas, enfermedades y malezas

Para reducir los riesgos de afectación del cultivo, es importante realizar un proceso de monitoreo e identificación de las plagas, enfermedades y malezas. Este permite conocer los periodos de mayor susceptibilidad, la severidad o frecuencia con que se presenta el problema y las prácticas que han sido eficaces para su control. Por lo tanto, algunos pasos que la persona productora debe de seguir son los siguientes:

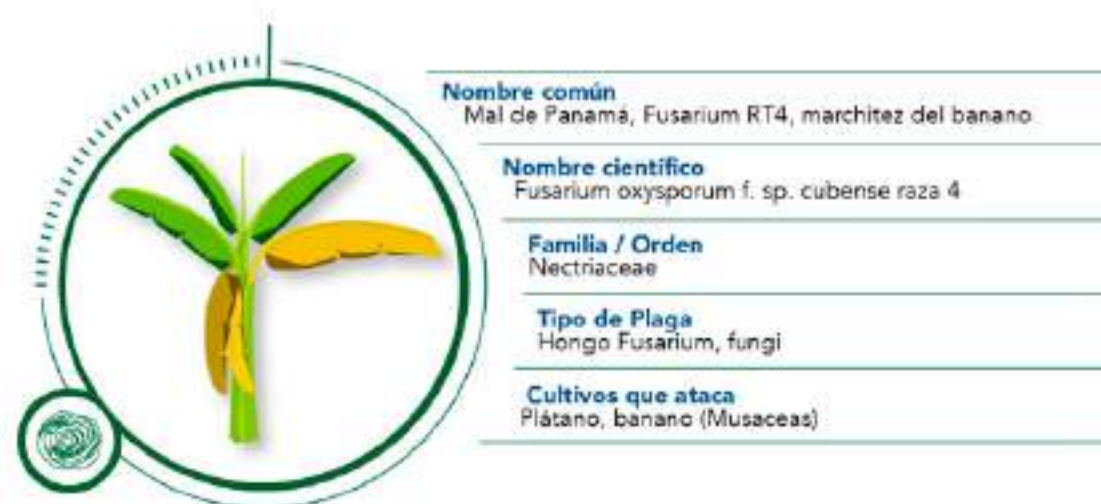
- Conocer el historial de la finca¹⁸: Determinando las plagas, enfermedades o malezas más habituales o recurrentes, así como las zonas de mayor incidencia para cada agente nocivo. Se puede hacer una tabla resumiendo esta información, incluyendo también el método(s) de control que mejor ha funcionado.

- Conocer las principales plagas/enfermedades/malezas de la región¹⁸. Permitiendo a la persona productora mantener una alerta por riesgo de aparición en la finca y capacitar previamente a su personal en métodos de identificación temprana. Por otro lado, también facilita valorar umbrales de acción que permitan determinar la necesidad de control previo a que la plaga o enfermedad ocasione daños económicos en el cultivo, lo cual resulta ser una guía importante para el proceso de monitoreo.
- Monitoreo¹⁹: Luego de tener conocimiento sobre las plagas potenciales, se debe realizar un monitoreo en sitio, con el fin de detectarlas lo antes posible y así evitar brotes importantes y afectación económica. Este paso se hace a través de un muestreo, el cual debe incorporar la información histórica de la finca sobre áreas afectadas y su recurrencia por lotes para intensificar los puntos de monitoreo en las zonas con una mayor afectación histórica. Además, para definir el número de puntos de muestreo por área, también se deben de considerar otros factores que afectan la probabilidad de ocurrencia de cualquier tipo de agente nocivo, por ejemplo, la humedad del suelo puede potenciar la aparición de hongos, mientras la cercanía con fincas vecinas que muestran deficiencias fitosanitarias puede aumentar el riesgo de aparición de plagas.

Los métodos de monitoreo dependerán del tipo de plaga o enfermedad, razón por la cual la experiencia y asistencia técnica es indispensable. Es recomendable que los métodos estén claramente descritos en el Plan MIPE, así como los umbrales de acción y daño económico. De manera general se pueden citar los siguientes²⁰:

- *Monitoreo en estaciones o grupos de plantas*. Se toma un grupo de plantas distribuidas homogéneamente en el terreno (por lo general de 2 a 4 hectáreas) y se marcan, permitiendo realizar un seguimiento en la fluctuación de las plagas y/o enfermedades a través del tiempo y detectar la respuesta a un determinado manejo, enemigos naturales, evento climático y/o fenología de la planta.
- *Monitoreo al azar*. Se realiza para detectar tempranamente la presencia de una nueva zona de ataque (foco) dentro de la unidad productiva. En caso de localizar un foco de plaga y/o enfermedad, se debe monitorear por separado y analizar los datos en forma independiente.

Para el monitoreo de enfermedades, basta con observar constantemente las plantas (hojas, frutos, tallo, raíces) previamente seleccionadas para identificar sintomatología y reportar en una bitácora cualquier anomalía. En cuanto a plagas, con fines prácticos, se utilizan algunos tipos de trampas lo que permite valorar la densidad de la plaga en el cultivo. Asimismo, estas trampas también sirven para controlar poblaciones, ya que reducen la dispersión y reproducción de los insectos plaga que son atraídos a ellas. La colocación y cantidad de estas trampas puede ser aleatoria o considerando las zonas donde históricamente ha habido más afectación de la plaga²¹.



Fuente: Croplife 2022

¹⁴ Ver "ficha #1" Fertilización según análisis de suelo" y "ficha #2" "Abonos orgánicos líquidos y sólidos"
¹⁵ La FAO destaca el uso de un enfoque ecosistémico para prevenir o suprimir organismos nocivos y prevenir posibles problemas de plagas, aprovechando las especies beneficiosas de depredadores, parásitos y competidores de las plagas, presentes en el cultivo y áreas aledañas. [FAO, 2023](#).
¹⁶ Cómo desarrollar un plan de manejo integrado de plagas (MIP). [INIA 2022](#).
¹⁷ Umbral de Daño Económico (UDE): Refiere a la densidad poblacional en la que los costos de incurrir en un tratamiento igualan a los beneficios de controlar la plaga. [CASAFE, 2022](#).
¹⁸ Guía de gestión integrada de plagas: platanera. [MAPAMA, 2016](#).

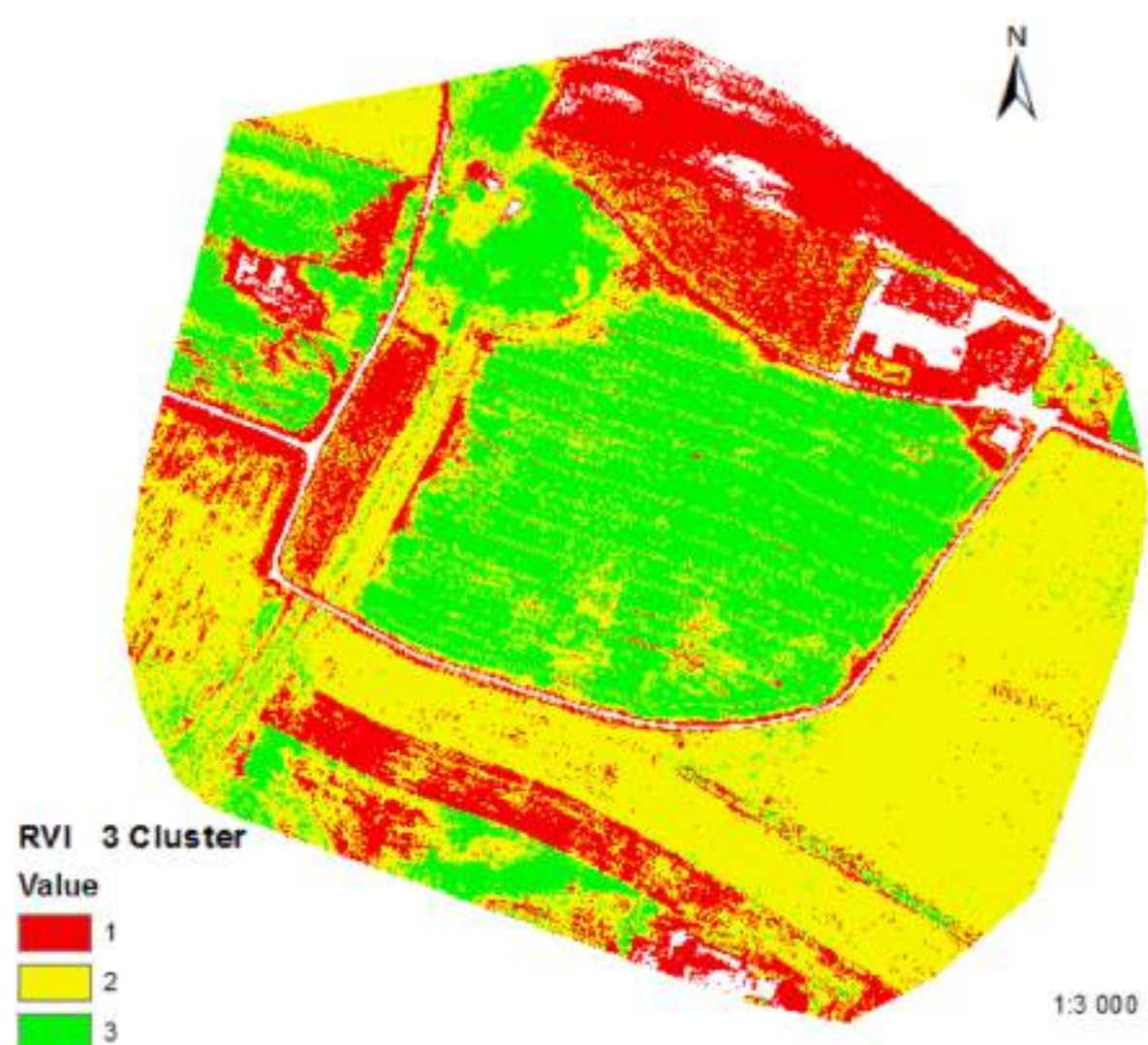
¹⁹ Aplicación eficiente de fitosanitarios: Monitoreo de plagas. [INTA, 2014](#).
²⁰ El monitoreo herramienta básica en los programas de MIP y MIE. [INTAGRI, 2016](#).
²¹ Métodos de control de plagas. [Universidad Nacional Agraria, 2009](#).

Una vez se tengan las muestras, el siguiente paso es la identificación comparando lo encontrado en el campo con las guías de plagas y enfermedades o malezas asociadas al cultivo y la zona. Es importante tener una correcta identificación, ya que el uso del método de control biológico puede variar entre especies¹⁹. Razón por la cual, se aconseja que tanto para el proceso de identificación como para su monitoreo se cuente con el asesoramiento de un profesional.

c. Mapeo de estado fitosanitario de la finca

Una vez se hace el muestreo y la identificación de todas las plagas, enfermedades y malezas en la finca, se puede conocer las zonas afectadas y la densidad del problema, información que puede ser incorporada en un mapa. Estos mapas pueden construirse a partir de los resultados de los muestreos en fincas pequeñas y medianas o mediante sistemas de teledetección en caso de grandes fincas, cuando la valoración de costo beneficio demuestre rentabilidad:

- **Teledetección:** se usan sensores de temperatura o luz que se instalan en avionetas o drones y que permiten tomar datos sobre el vigor del cultivo y la localización de especies invasoras²². Con los datos tomados por estas aeronaves es posible calcular índices de vegetación que permiten demostrar por la tonalidad de la planta o su temperatura si está sana o enferma y de esta manera visualizar o validar en la finca la existencia de focos de infección.

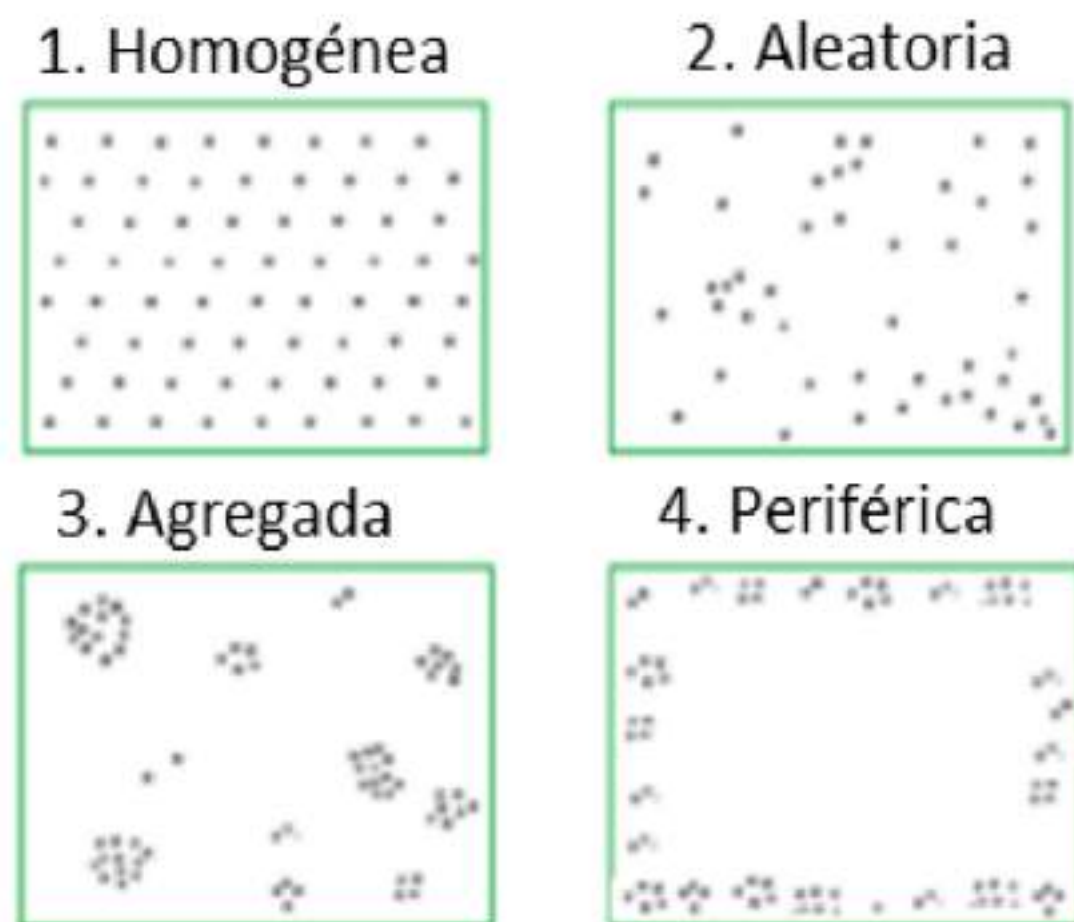


Índices de vigorosidad de vegetación. U Complutense Madrid, 2015

- **Información de muestreo:** utilizando la información sobre la densidad de las enfermedades o plagas en los diferentes puntos de muestreo dentro de la finca, se pueden elaborar mapas de distribución. Estos permiten saber en qué zonas hay plagas o enfermedades y cómo se agregan en el espacio²³. Además, si se utilizan los datos de densidad y no sólo de presencia/ ausencia de una plaga, se puede categorizar la finca según el grado de infestación.

Los mapas de densidad de plaga/enfermedad dan información a la persona productora del grado de afectación. Estos se leen por color o agregación, donde cada color representa un grado de infestación diferente que se puede manejar utilizando diferentes herramientas del MIPE. Para planificar el tipo de manejo, las acciones a tomar deben enfocarse en tres aspectos:

(1) Prevención, (2) Supresión y (3) Erradicación; donde para cada caso pueden aplicarse desde técnicas culturales hasta control biológico o químico según el grado de infección del cultivo²⁴.



Tipos de distribución de plagas y enfermedades. INTA, 2014

No obstante, cuando sea necesario utilizar agroquímicos debe de considerarse su afectación a los controladores biológicos naturales o que se están liberando, ya que en algunas ocasiones pueden ser contraproducentes tanto para el controlador como para la plaga. Por lo tanto, cuando se establece la estrategia de aplicación o control de las plagas es crucial de tomar en cuenta todas las prácticas que se realizan en cada zona de infección y valorar cuáles acciones pueden mezclarse y cuáles no²⁵.

d. Estrategia de control biológico

Conociendo las plagas/enfermedades y malezas que más afectan la plantación, la persona productora puede entonces diseñar una estrategia que incluya control biológico, basada en tres diferentes categorías:

Control biológico por conservación. Consiste en conservar (promover la actividad, supervivencia y reproducción) a los enemigos naturales nativos (o ya presentes en un cultivo), a fin de incrementar su impacto sobre las plagas²⁶. Para esto, es importante identificar cuáles son los factores que limitan o influyen de manera negativa su acción reguladora y de este modo manipular el hábitat en consecuencia. Por lo cual es crítico conocer la biología, la ecología y el comportamiento tanto de los enemigos naturales como de la especie plaga, así como conservar los ecosistemas naturales circundantes²⁷.

Algunas de las maneras en que la persona productora puede aplicar la estrategia por conservación²⁶ en su finca son:

- Reducir o eliminar el uso de insecticidas de amplio espectro, ya que afectan las poblaciones de estos controladores.
- Reducir la intensidad y frecuencia de los disturbios en la finca (ej. Labranza convencional), ya que pueden afectar los sitios de reproducción, refugio y crecimiento de los controladores.
- Introducción y manejo de las coberturas²⁸ ya presentes, ayudando al establecimiento de controladores que están en los hábitats circundantes a la finca.

²² Agricultura de precisión y protección de cultivos. [Universidad de los Andes, 2018](#)

²³ Aplicación eficiente de fitosanitarios: Monitoreo de plagas. [INTA, 2014](#)

²⁴ Métodos de control de plagas. [Universidad Nacional Agraria, 2009](#)

²⁵ Romero, R. Entrevista personal a investigador, 2023.

²⁶ Estrategias de control biológico. [ControlBio, 2022](#).

²⁷ Introducción a la teoría del control biológico de plagas. [INTA, 2012](#).

²⁸ Ver [ficha #6](#). "Cobertura vegetal viva".

Control biológico clásico o por introducción²⁹. Si no hay enemigos naturales que efectivamente controlen a la plaga, entonces se puede considerar la introducción y establecimiento permanente de nuevas especies. Esta forma de control es usada más frecuentemente en el combate de plagas exóticas, las cuales comúnmente llegan a un área nueva sin factores naturales de control²⁶. Los tipos de enemigos naturales más utilizados en este caso son los depredadores y los parasitoides, y los insectos plaga suelen ser pulgones, cochinillas, orugas, escarabajos, moscas y avispas que atacan plantas²⁷.

En este caso, la persona productora debe asesorarse en relación con la especie que se vaya a introducir, valorando si esta representa un riesgo para otros organismos del sistema y si existe algún tipo de restricción legal.



MNHN 2018

Control biológico por incremento³⁰. Cuando los enemigos naturales son biológicamente efectivos, pero a pesar de los esfuerzos de conservación no se llega a controlar la plaga, se puede recurrir al incremento o aumento de su población a través de cría masiva y liberación inoculativa (busca criar y liberar el insecto benéfico esperando que el insecto logre adaptarse al ambiente) o inundativa (consiste sólo en liberar el insecto benéfico, ya sea que se adapte o no al ambiente). Esta práctica produce una reducción rápida del daño de la plaga o incluso una extinción local de la misma, sin embargo, es por lo general más costosa ya que requiere de compra de controladores o implementación de proyectos de generación en finca (ver paso 4).

En el caso de parasitoides, durante la liberación es importante considerar³¹:

- Localizar previamente el lote en el que se realizara la liberación de los adultos.
- Es recomendable que en el lugar donde se realice la liberación no se haya aplicado insecticida al menos 15 días antes.
- Si se compran es recomendable realizar la liberación al momento de recibirlo (si las condiciones son propicias) o un día después de recibirlas siempre y cuando el material se pueda conservar a la misma temperatura.
- Es importante no dejar el material biológico sin refrigeración (en caso de ser requerido), directamente al sol, dentro de un vehículo o sin la supervisión de personal capacitado.
- La liberación se debe de realizar en horas que la radiación solar no sea intensa.

e. Aseguramiento de la legislación aplicable

Los productos de control biológico deben cumplir con la legislación nacional respectiva, evitando la introducción de especies exóticas invasivas que generen un desbalance en el

agroecosistema o que afecten otros organismos benéficos. En caso de la implementación de proyectos de elaboración de bioinsumos, incluyendo cría, reproducción y liberación de parasitoides, la persona productora debe verificar los requisitos para consumo interno, venta y exportación, esto si el alcance es la comercialización.

A continuación (pasos 2 y 3), se amplían las opciones de control biológico para cultivo como piña y banano, incluyendo algunos ejemplos relevantes según las principales plagas y enfermedades conocidas.



Paso 2. Control biológico aplicado al cultivo de piña

Las plagas y enfermedades pueden causar daños al cultivo en diferentes etapas de crecimiento, por lo que es de suma importancia el monitoreo y las actividades de control (como se determinó en el [paso 1](#)), aplicando prácticas que minimicen los daños que puedan ocasionar a la producción. En la piña existen varias plagas y enfermedades que van desde hongos hasta caracoles e insectos; algunas de las que tienen control biológico se citan en la tabla 1.

Plaga o Enfermedad	Controlador biológico/ incluye la fuente de referencia
Cochinilla (<i>Dysmicoccus brevipes</i>)	Escarabajo: <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> - Ref. MAG 2002
Tecla (<i>Strymon basilides</i>)	Bacteria <i>Bacillus thuringiensis</i> - Ref. UCR 2018
Gusano soldado (<i>Elaphria nucicolora</i>)	Bacteria <i>Bacillus thuringiensis</i> - Ref. UCR 2018
Picudo (<i>Metamasius dimidiatipennis</i>)	Hongo: <i>Beauveria bassiana</i> - Ref. UCR 2018
Sinfílicos (<i>Hanseniella</i> spp, <i>Scutigerella</i> spp, <i>Symphylella</i> spp)	Bioplaguicidas de ajo, chile y mostaza- Ref. Earth, 2010
Caracoles (<i>Opeas pumilum</i> y <i>Ceciliodes</i> spp)	Hongos: <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> - Ref. Earth, 2010
Mosca de establo (<i>Stomoxys calcitrans</i>)	Parasitoide: <i>Sphalangia endius</i> , (pupas)- Ref. UNA, 2018
Pudrición (<i>Erwinia carotovora</i> y <i>Erwinia chrysanthemi</i>)	Bacteria: <i>Streptomyces</i> spp y Hongo: <i>Trichoderma</i> spp- Ref. Earth, 2010
Pudrición fúngica: (<i>Phytophthora</i> spp).	Bacteria: <i>Streptomyces</i> spp y Hongo: <i>Trichoderma</i> spp- Ref. Earth, 2010
Nemátodos (<i>Meloidogyne</i> spp, <i>Pratylenchus brachyurus</i> , <i>Rotylenchulus reniformis</i> y <i>Helicotylenchus dihystra</i>).	Micorrizas: <i>Pseudomonas cepacea</i> , <i>Paecilomyces</i> spp, Repelentes a base de chile, ajo y mostaza. - Ref. Earth, 2010
Fusariosis (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Hongo: <i>Trichoderma</i> spp- Ref. UCR 2018

Tabla 1. Plagas o enfermedades de la piña que tienen un controlador biológico

Cochinilla "*Dysmicoccus brevipes*": provocan amarillamiento en la planta y retardan su crecimiento, debido a que se alimentan de la savia de raíces, tallos y frutos. Son vectores del virus de marchitez "Wilt". Mantienen una simbiosis con hormigas (*Pheidole* sp y *Solenopsis geminata*), las cuales las protegen para poder consumir las sustancias azucaradas que estas sueltan. Es una plaga de importancia cuarentenaria³².

²⁹ Hay que tener en cuenta que para evaluar el éxito de un programa de control biológico clásico es necesario esperar varios años. Se estima que deben ocurrir de 6 a 10 generaciones de la plaga antes de evaluar el éxito. [INTA, 2012](#).

³⁰ Estrategias de control biológico. [ControlBio, 2022](#).

³¹ Metodología de Liberación. [CESVBC, 2022](#).

³² Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña. [UCR, 2028](#)

Controlador Biológico. Mariquita "*Cryptolaemus montrouzieri*".

Es un coleóptero de 4mm, que controla cochinilla, áfidos, ácaros y pulgones. Ponen sus huevos en la masa algodonosa de las cochinillas y se alimentan tanto de los huevos como de los individuos adultos³³.

Buenas prácticas. Planificar liberaciones en sitios afectados (aunque la mariquita puede desplazarse grandes distancias) y verificar las condiciones óptimas para la oviposición: entre 22 y 25°C y HR de 70 y 80%³⁴.

Otras prácticas complementarias: Controlar las malezas y promover una adecuada fertilización.



Tecla "*Strymon basilides*". Mariposa diurna que mide alrededor de 2cm. La larva de tecla perfora el fruto y hace galerías internas en la pulpa, con lo cual produce un exudado de color ámbar en la parte externa de la fruta conocido, como "gomosis". Al salir la larva, deja en el fruto un orificio, que puede servir de entrada a hongos o bacterias³⁵.

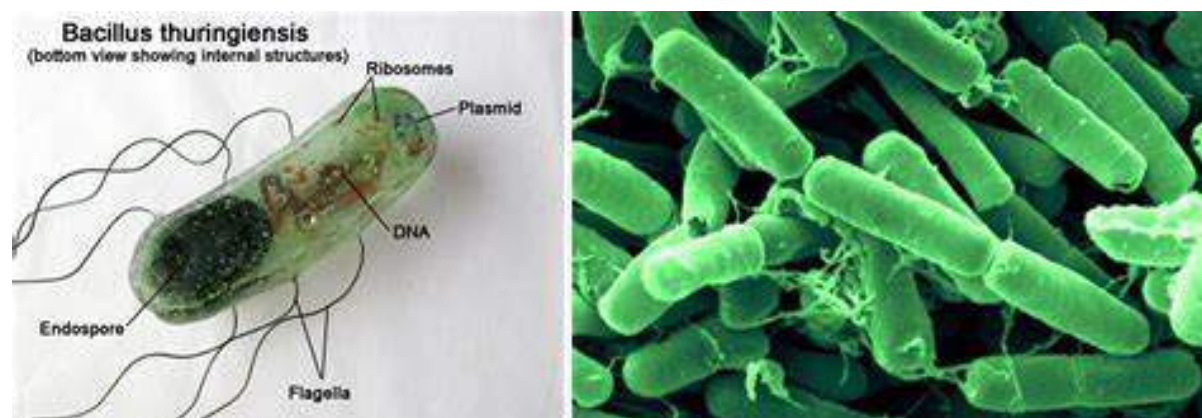
Gusano Soldado "*Elaphria nucicolora*". Es una mariposa de hábitos nocturnos. Las larvas son muy activas en la noche, pero también atacan en el día, raspando y comiendo superficialmente la cáscara de la fruta, generando lesiones que producen una gelatina o goma, cuyo color puede variar entre transparente y marrón oscuro³⁵.



Controlador Biológico. Bacteria. "*Bacillus thuringiensis*". Es una bacteria entomopatógena que ayuda al control de las larvas de la Tecla y Gusano Soldado.

Buenas prácticas. La aplicación de la bacteria debe ser en el momento correcto ya que esta actúa sobre la larva por contacto e ingestión, por tanto, lo recomendable es al final del día o la noche, ya que necesita tener al menos 12 h sin radiación directa del sol. Se aplica en una solución con agua que debe de tener un pH de entre 5 y 6. La dosis por hectárea más común cuando existe la plaga es de 1,5kg/ha y el periodo de aplicación varía según la plaga, por ejemplo, para la tecla es a partir del día 45 post-forzamiento cuando empiezan a salir las primeras flores del fruto. Mientras que, en el caso del gusano soldado, esta se debe de aplicar cada 22 días, pero puede variar si hay menos o más plaga³⁷.

Otras prácticas complementarias: En cultivos con áreas de bosque mantener una distancia de separación de 15 metros y colocar trampas de plástico rojo con adherente para la captura de adultos de ambas especies.



Pudre bacterial "*Erwinia carotovora* y *Erwinia chrysanthemi*":

Es una bacteria que produce una pudrición maloliente de color café claro. Comienza en la base de las hojas centrales, y estas se desprenden con facilidad al tirar de ellas. Tiene gran movilidad en el agua, por eso, se transmite muy fácilmente por el agua, suelo, rocío, insectos, o por medio de los trabajadores. Se desarrolla con más frecuencia en cultivos con malos sistemas de drenaje o en periodos de temporadas de lluvia y en los de crecimiento más activo de la planta (antes del forzamiento)³⁵.



³³ Programa de control biológico: mariquitas. MAG. 2002.

³⁴ Ficha técnica de "Cryptolaemus montrouzieri". Xilema. 2012.

³⁵ Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña. UCR. 2028

³⁶ Hoja técnica del parasitoida Trichogramma Pretiosum. CESAVEG. 2018.

³⁷ Manejo de Plagas y Enfermedades. EARTH-Proyecto Promes. 2010.

Controlador Biológico. Hongo "*Trichoderma spp.*" es un hongo filamentoso que se encuentra comúnmente en la naturaleza, teniendo un papel fundamental en el ciclo nutritivo de las plantas. Estas características asociadas a su capacidad para colonizar eficientemente el sistema radicular y proteger a las plantas frente a diversos patógenos, le han permitido convertirse en una de las principales estrategias actualmente para el manejo de enfermedades de diferentes cultivos económicamente importantes³⁸.

Buenas prácticas. El hongo se puede aplicar en las primeras etapas del cultivo para prevenir la enfermedad y se recomiendan dosis de 1 a 2 kg/ha, mientras que la bacteria de 4 a 6 l/ha³⁹. No hay restricciones de clima o altitud para su uso exitoso, aunque pueden ser más efectivos cuando hay humedad en el suelo. Como regla general, se recomienda no aplicar los productos cuando esté lloviendo⁴⁰.

Otras prácticas complementarias: Mantenimiento en los drenajes y altura de las camas de siembra, se debe tener cuidado al manipular las plantas, porque, si se les ocasiona heridas, la bacteria puede ingresar con mayor facilidad.



Paso 3. Control biológico aplicado al cultivo de banano

Asimismo, existen gran variedad de plagas y enfermedades que afectan el banano, las principales que tienen control biológico se pueden ver en la tabla 2.

Tabla 2. Plagas o enfermedades de la banano que tienen un controlador biológico

Plaga o Enfermedad	Controlador biológico/ incluye la fuente de referencia
Gusano peludo de la hoja del banano (<i>Ceramidia</i> sp) Gusanos cabritos del banano (<i>Opsiphanes</i> spp)	Parasitoides: <i>Telenomus</i> spp , <i>Trichogramma</i> spp, que parasitan los huevos. <i>Elachertus</i> spp y <i>Apanteles</i> spp, que parasitan larvas. <i>Brachymeria</i> spp y <i>Spilochalsis</i> spp, que parasitan pupas. <i>Forcipomya</i> spp, que son ectoparásitos de larvas. <i>Artichoris</i> spp, que se alimentan de huevos y larvas pequeñas - Ref. Augura 2009
Gusano Monturita (<i>Sibine</i> spp)	Parasitoides: <i>Apanteles</i> spp parásito de Larvas, <i>Braconidae</i> spp - Ref. Augura 2009
Escama (<i>Diapsis boisduvallii</i>)	Parasitoides: <i>Apytis/ Depredadores</i> (<i>Pentilia</i> sp., <i>Delphatus</i> sp) y <i>Crisopas</i> <i>Ceraeochrysa</i> sp. - Ref. CATIE 2017

Plaga o Enfermedad	Controlador biológico/ incluye la fuente de referencia
Gusano canasta (<i>Oiketicus Kyrbi</i> <i>Güldihg</i>)	Bacteria: <i>Bacillus thuringiensis</i> - Ref. Augura 2009
Colaspis (<i>Colaspis</i> sp)	Hongos: <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> - Ref. Augura 2009 Chinche: <i>Castollus plagiaticollis</i> - Ref. SENASICA 2019
Mosca Guarera (<i>Hermetia Illucens</i>)	Parasitoide: <i>Sphalangia endius</i> (pupas). Romero, R. Entrevista personal a investigador.
Cochinilla Arinosa (<i>Pseudococcus elisea</i>)	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> y <i>Chrysoperla</i> spp - Ref. CATIE 2017
Picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>) y picudo rayado (<i>Metamasius hemipterus</i>)	Hongos: <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> . - Ref. Augura 2009
Nemátodos (<i>Radopholus similis</i>)	Hongos Entomopatógenos: <i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Arthrobotrys cladode</i> , <i>Aspergillus niger</i> . Bacterias: <i>Burkholderia cepacia</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> y <i>Pasteuria penetrans</i> - Ref. CATIE 2017
Trips de la mancha roja (<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>)	Hongo <i>Beauveria bassiana</i> - Ref. INIAP 2018
Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)	Hongos quitinolíticos. Bacterias antagonicas como <i>Bacillus subtilis</i> - Ref. CATIE 2017
Marchitez (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Hongo: <i>Trichoderma</i> spp Bacteria: <i>Bacillus</i> spp y <i>Pseudomonas</i> - Ref. CATIE 2017

Tabla 2. Plagas o enfermedades de la banano que tienen un controlador biológico

Picudo negro "*Cosmopolites sordidus*": es un coleóptero, que miden 1,5 a 2,0cm de largo, la cabeza presenta un pico largo y encorvado, posee dos antenas grandes, el color varía de café oscuro cuando están recién nacidos, a negro cuando están desarrollados. Ataca el cormo donde hace galerías que reducen la productividad y ocasionan el volcamiento de la planta. Los síntomas se manifiestan con amarillamiento de las hojas, debilidad, poco desarrollo y formación de racimos defectuosos⁴¹.

Colaspis "*Colaspis* sp": Se le considera la principal plaga del fruto en las zonas de exportación del plátano y banano. Al emerger los adultos del suelo, vuelan directamente al fruto en donde al alimentarse dejan marcados los dedos con cicatrices o perforaciones en las hojas⁴¹.



Controlador Biológico. Hongo. "*Metarhizium anisopliae*". Es un hongo cosmopolita y pertenece a la Clase Sordariomycetes. se le conoce generalmente por su capacidad entomopatogénica, este hongo también es capaz de mantener relaciones simbióticas con plantas al asociarse a sus raíces Posee un muy amplio rango de hospedador, es seguro y amigable con el ambiente⁴²
Buenas prácticas. Es necesario utilizarlo dentro del plan preventivo, para reducir las poblaciones antes de que haya un brote mayor. Su aplicación debe darse previo a la proliferación de la plaga y en zonas de la finca con poblaciones aceptables.

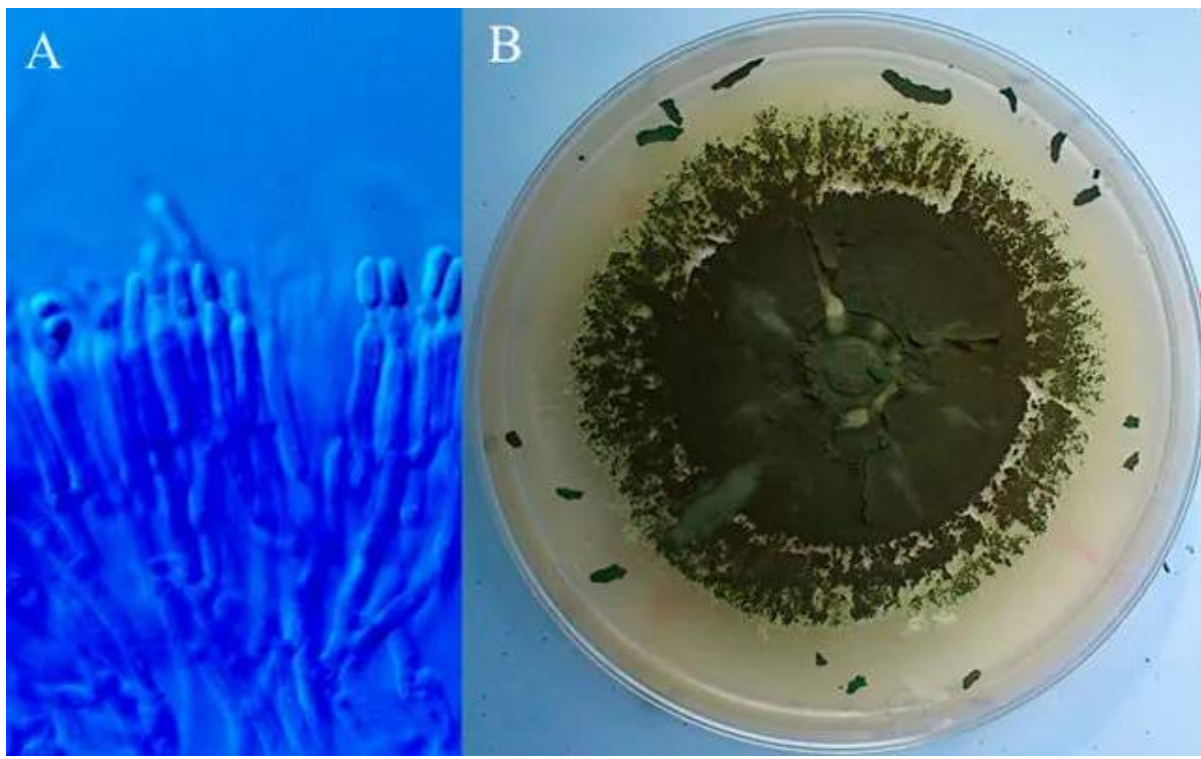
³⁸ *Trichoderma harzianum*, agente de control biológico y biofertilizante. [Tecnologiahorticola. 2022](#)

³⁹ Manejo de Plagas y Enfermedades. [EARTH-Proyecto Promes. 2010.](#)

⁴⁰ *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. [IICA. 2015](#)

⁴¹ Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano en Magdalena y Urabá Colombia. [Augura 2009](#)

⁴² *Metarhizium* spp: Hongo endófito y patógeno de insectos plaga. [Tecnovita. 2021.](#)



Controlador Biológico. Hongo. "*Beauveria bassiana*" es un hongo entomopatógeno, imperfecto, perteneciente a la clase Deuteromycetes, es saprófito facultativo⁴³ y se encuentra en el suelo en muchas partes del mundo⁴⁴.

Buenas prácticas. La cantidad aplicada depende del grado de infestación por lo que el monitoreo y mapeo de la plaga en finca es importante. El hongo puede ser aplicado en campo en arroz infectado, pero siempre en la época húmeda ya que existe el peligro que no se desarrollen y pierdan toda su eficacia⁴⁴. Se recomienda hacer un tratamiento de dos aplicaciones cada 3 días utilizando 20 gr/litro de agua, con una con una aplicación orientativa de 168 gr de hongo por manzana (0,70hect)⁴⁵.

Otras prácticas complementarias: Fertilización adecuada, utilizar semillas provenientes de plantaciones sanas y construir trampas con residuos cepas y pseudotallos para la captura de adultos de picudo.



Picudo infectado con *B. bassiana* y con el micelio desarrollado

Sigatoka negra "*Mycosphaerella fijiensis*": en la actualidad es la enfermedad de follaje más importante que ataca el cultivo de banano; el patógeno es un hongo ascomicete que se reproduce de forma asexual⁴⁶. La alta temperatura, humedad relativa y lluvias favorecen el desarrollo de la enfermedad, incrementando la severidad en las plantaciones. Corrientes de viento, especialmente durante períodos de tormentas contribuyen en la propagación a largas distancias⁴⁷.

Controlador Biológico. *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* El *Bacillus* es una bacteria que por sí sola se ha encontrado como controladora de la sigatoka, sin embargo, si se combina con el hongo *Trichoderma* pueden generar un mejor control de la enfermedad. Se ha probado que la combinación de ambas a 250g/hectárea permite el mejor control de la enfermedad⁴⁸.

Buenas prácticas. Es importante realizar la aplicación cuando la enfermedad está en desarrollo, ya que al igual que todos los métodos biológicos, funcionan mejor cuando hay mejor grado de infección. Es importante contar con un adecuado monitoreo de la enfermedad y un mapeo de los sitios con mayor cantidad de brotes.

Otras prácticas complementarias: Realizar prácticas culturales como eliminación de plantas muy enfermas, deshije y cirugía; así como controlar la densidad de siembra y mantener una buena fertilización.



Paso 4. Desarrollo de proyectos de bioinsumos en finca

En caso de que la persona productora quiera incursionar en el negocio de los bioplaguicidas es importante considerar que, si bien este mercado se ha extendido en los últimos años, mostrando un gran auge y crecimiento proyectado, especialmente para América Latina (18%)⁴⁹, existen muchas empresas establecidas que proveen estos recursos, por lo que se recomienda valorar previamente el mercado potencial o bien la capacidad de inversión para desarrollar proyectos de autoconsumo⁵⁰.

Los bioinsumos que se pueden producir en la finca van desde la cría de parasitoides hasta la producción de hongos y bacterias, por lo que se debe elegir qué reproducir. Para esto es recomendable mirar los registros históricos de la finca y los monitoreos previos para identificar las principales plagas y enfermedades que la afectan, de esta forma se puede elegir el biocontrolador que a la vez que ayuda a reducir la carga química de la finca (atacando al principal agente nocivo), promueve la recuperación de la inversión del proyecto a un menor plazo.

Una vez se decide el tipo de patógeno o parasitoide que se va a reproducir, es necesario que la persona productora tenga en consideración tres aspectos fundamentales antes de empezar el proyecto⁵⁰:

a. Capacitación técnica

Se debe contar con una asesoría técnica de un profesional en microbiología o biotecnología que conozca las técnicas de reproducción para tomar las mejores decisiones, ya que hay diferentes métodos aplicables a controladores, así como protocolos técnicos a seguir.

⁴³ Cuando un organismo de vida libre, frente a condiciones adversas, se adapta a la vida parasitaria. UBA, 2020

⁴⁴ Buenas Prácticas para el Control del picudo del Plátano, *Cosmopolites sordidus*, en Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas, 2014

⁴⁵ Cómo usar *Beauveria bassiana* para el control biológico de plagas. EstoEsAgricultura, 2021. ⁴³ Cuando un organismo de vida libre, frente a condiciones adversas, se adapta a la vida parasitaria. UBA, 2020

⁴⁶ Ficha técnica del Cultivo de Banano. CATIE, 2017.

⁴⁷ Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*). CropLife, 2022

⁴⁸ Estrategias biológicas para el manejo de la sigatoka en el cultivo de plátano AAB en Rivas, Nicaragua. Universidad

Nacional Agraria, 2022

⁴⁹ Oferta de biocontroladores de origen costarricense. PROCOMER, 2017.

⁵⁰ Gestor Ambiental Cesar Barrantes Jara. Entrevista personal.

b. Área del proyecto

Dependiendo de la cantidad de controladores que se quieren reproducir y el alcance del proyecto (consumo interno o venta), el área del edificio o laboratorio será mayor y con diversidad de equipos según se trabaje la reproducción de hongos y bacterias o insectos:

- **Hongos y bacterias.** El sitio debe contar con tres áreas o cuartos destinados para la ubicación de una cámara estéril, artículos de cristalería/limpieza y una autoclave. Así como una sección de reproducción para cada especie, ya que no se pueden reproducir varios hongos/baterías juntos debido al riesgo de contaminación entre estos, que puede dar como resultado la pérdida de funcionalidad al final del proceso⁵¹.
- **Insectos parasitoides o depredadores.** En el caso de parasitoides se deben de considerar módulos de recolección, cuartos de cría y equipos de cría. El laboratorio debe de contar con un área para los adultos, con sus comederos, que incluyan un sitio para la deposición de huevos y un área para el cuidado de estos en espera de eclosión⁵². Asimismo, dependiendo del insecto es necesario llevarlo a nivel de pupa, por lo que se deben de tomar medidas de alimentación de las larvas y evitar la depredación entre individuos⁵³.

Para ambos casos, es importante que esta área del proyecto sea inocua, es decir que pueda cumplir con las condiciones de asepsia necesarias. Finalmente, la persona productora, debe tener en cuenta la importancia de coincidir la producción con el momento del uso del biocontrolador.

c. Obtención de Insumos

Se debe elegir si se realiza compra de materiales externos (controladores listos para poder reproducirse en el laboratorio) o si se colectarán de zonas cercanas. En ambos casos es importante que todo insumo y materia prima cumpla con los estándares de inocuidad para evitar contaminar la producción y generar un problema de sanidad en la finca⁵¹.

- **Externos:** compra de hongos/bacterias o pupas listos para la reproducción. En algunos países existen convenios con instituciones que ayudan a la importación de algunas sepas o parasitoides y su venta a las personas productoras, como es el caso de INTA en Costa Rica o a través de convenios con empresas más grandes como se describe en la sección de casos de éxito de esta ficha.
- **Internos o de fuentes locales:** para esta actividad es necesario conocer si existen los controladores en el área del proyecto y junto con un profesional realizar un muestreo para capturar adultos de insectos y muestras de suelo para hongos/bacterias. En el caso de los hongos y las bacterias, se toman con trampas de arroz inocuo que se entierran en el bosque⁵⁴. La muestra tomada debe de procesarse en un laboratorio donde se hace la extracción de la cepa deseada, aislándola de los demás microorganismos de la muestra de suelo para su reproducción⁵¹.



Paso 5. Capacitación.

Para realizar una aplicación y uso correcto de los bioplaguicidas, finalmente es necesario que las personas que trabajan con ellos tengan una capacitación adecuada, por lo que se recomiendan los siguientes entrenamientos:

- Generalidades de los hongos antagonistas y entomopatógenos: descripción de qué son, cómo cultivarlos adecuadamente y las medidas necesarias para su aplicación.
- Producción de bioproductos: preparación, aplicación, conservación y control de calidad.
- Liberación de parasitoides: técnicas de cómo se realizan las liberaciones de parasitoides en el campo.

Indicadores de desempeño

- # de hectáreas bajo control biológico en la finca.
- Porcentaje de reducción en el uso de agroquímicos.
- Cantidad de personas capacitadas en control biológico.

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno:* Personal capacitado en finca para realizar la identificación y monitoreo problemas fitosanitarios, así como en la aplicación de controladores biológicos.
- *Externo:* Profesionales en botánica, plagas y enfermedades.

Referencia de Costos:

- Compra de catálogos o guías de identificación de herbáceas, plagas y enfermedades de la piña y el banano. Costo variable.
- Capacitación del personal de finca, brindado por un profesional (225\$/día).
- 1 kg Trichoderma harzianum fungicida biológico (121\$)
- 1 L de Insecticida biológico de Beauveria bassiana (63\$)

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

El control biológico es un complemento importante y necesario que debe estar vigente en los planes de manejo integrados de plagas y enfermedades en fincas agrícolas, para lo cual es indispensable profundizar en la ecología, biología y comportamiento de los enemigos naturales de la plaga y de la plaga misma, además de aquellos factores que podrían ser causantes de cambios poblacionales, buscando lograr la efectividad deseada al utilizarse en el momento preciso y de manera correcta. Los controladores biológicos deben trabajarse de la mano de un concepto de prevención, por lo que las fases de identificación y monitoreo de plagas, enfermedades y malezas son cruciales para evitar grandes brotes que sean complicados de controlar y que generen pérdidas económicas e impactos en la calidad de la fruta de exportación.

⁵¹ Gestor Ambiental Cesar Barrantes Jara. Entrevista personal.
⁵² Video de Reproducción de insectos para control biológico.
⁵³ Video de Crianza de insectos benéficos
⁵⁴ Video de Método de captura y reproducción de Trichodermas

Casos de éxito



[Coopepiña](#) es una cooperativa de la región norte de Costa Rica con más de 50 años de experiencia en la producción de piña, la cual está integrada actualmente por 33 pequeños productores con un área estimada de cultivo de 300 hectáreas. La Cooperativa en colaboración con el programa “Del campo al plato” de GIZ y el proyecto de “Fortaleciendo la cadena de valor a mano de pequeños productores” de la empresa NicoFrutta/Nicoverde, han logrado generar alianzas para desarrollar una fábrica de escalamiento de microorganismos; la cual es parte de la estrategia de reducción de carga química de sus fincas.

En esta fábrica se validan técnicas para la reproducción de microorganismos controladores de plagas de la piña; así como descomponedores de la materia orgánica (rastreo).

La empresa Nicoverde, a través de su laboratorio, proporciona la materia prima bajo un convenio, mientras que la cooperativa se encarga de la reproducción en sus instalaciones y pruebas en el campo en donde se utilizan los microorganismos para el control biológico de plagas manteniendo así la sanidad del cultivo. Algunos de los productos que han logrado desarrollar son: bacterias benéficas (*Bacillus*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, entre otras),

complejos de bacterias descomponedoras y lactofermentos. Para el 2022, se realizaron ensayos con biofermentos, los cuales se esperan que funcionen como complemento de la fertilización química. Los insumos que son desarrollados en la fábrica de escalamiento son donados a las personas productoras con el fin de fomentar el uso de productos más amigables con el ambiente y de bajo costo, permitiendo al mismo tiempo disminuir la carga química. Finalmente, además del control biológico, Coopepiña promueve también esfuerzos para reducir el impacto ambiental, con programas de conservación de suelos y la incorporación de barreras vivas para evitar la deriva de contaminantes químicos⁵⁵.



Casos de éxito



Nicoverde, es una empresa de producción y exportación de piña, ubicada en Pital de San Carlos, en Costa Rica. Desde hace 3 años, la empresa cuenta con un laboratorio de biotecnología que surgió como necesidad de generar proyectos de manejo amigables con el ambiente, que permitieran a la vez mantener una producción con altos estándares de calidad y sostenibilidad.

En el laboratorio se producen distintos microorganismos controladores de plagas y enfermedades de la piña, tales como: *Trichoderma sp.*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces sp.* y *Pseudomonas sp.* Para los hongos utilizan arroz (80%) como medio inoculador mientras que usan agua y melaza inocua para reproducir bacterias. Estos insumos se ofrecen a otras personas productoras de la zona y son aplicados también en sus fincas (caso de la finca Heart Green) donde han logrado reducir el uso de plaguicidas en un 80% al implementar controladores biológicos y utilizar el concepto del manejo preventivo.

También han logrado prescindir del uso de herbicidas para actividades de derriba al aplicar microorganismos descomponedores en el rastrojo, reduciendo así la problemática de la mosca del establo y eliminando las quemas físicas, práctica que a su vez genera una disminución en las emisiones de GEI.

El laboratorio, maneja altos estándares de calidad, haciendo constantemente verificaciones de concentración, viabilidad y pureza a todos los productos. Por otro lado, la empresa mantiene alianzas con personas productoras de la zona, organizadas en cooperativas, caso de Coopepiña, a los cuales se les capacita en el uso y el manejo de los bioinsumos; tecnología disponible también para fincas de aguacate, papaya, piña y banano en Costa Rica y en República Dominicana.



Referencias

- [1] Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa pp.): medidas para la temporada invernal. [45172_61370.pdf](http://www.agrosavia.co/45172_61370.pdf) (agrosavia.co)
- [2] Control de plagas y malezas por enemigos naturales. <http://www.avocadosource.com/books/vandriescherg2007/VanDriescheRG2007.pdf>
- [3] Efecto de las prácticas culturales sostenibles en el manejo de malezas del cultivo de banano. (Download PDF) UNIVERSIDAD EARTH efecto de las prácticas [universidad earth efecto de las prácticas culturales sostenibles en el manejo de malezas del cultivo de banano \(musa aaa\) de la \(dokumen.tips\)](http://www.universidadearth.edu.co/efecto-de-las-practicas-culturales-sostenibles-en-el-manejo-de-malezas-del-cultivo-de-banano-musa-aaa-de-la-dokumen.tips)
- [4-37-39] Manejo de Plagas y Enfermedades. [Pina7.pdf](http://www.earth.ac.cr/Pina7.pdf) (earth.ac.cr)
- [6-8-49] Oferta de biocontroladores de origen Costarricense. [Presentación de PowerPoint \(procomer.com\)](http://www.procomer.com/PowerPoint%20Presentacion%20de%20biocontroladores%20de%20origen%20costarricense.pdf)
- [7] Utilización sostenible y conservación de los agentes de control biológico microbianos e invertebrados y de los bioestimulantes. [Utilización sostenible y conservación de los agentes de control biológico microbianos e invertebrados y de los bioestimulantes \(fao.org\)](http://www.fao.org/3/a/06202es.pdf)
- [9] Insectos entomófagos. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/insectos-entomofagos#:~:text=Un%20insecto%20entom%C3%B3fago%20es%20cualquiera,ejemplo%3A%20avispidas%20y%20moscas>.
- [10] Uso de nemátodos entomopatógenos para el control de insectos. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7583/NR38793.pdf?sequence=8>
- [11] Historia, ¿Qué es el Control Biológico?. [Microsoft Word - Documento10 \(ina-pidte.ac.cr\)](http://www.ina-pidte.ac.cr/Documentos/10%20Historia%20del%20Control%20Biologico.pdf)
- [12] Las plagas y el cambio climático: utilizar soluciones basadas en la naturaleza para disminuir los riesgos. <https://bioprotectionportal.com/es/blog/2022/las-plagas-y-el-cambio-climatico#:~:text=Los%20plaguicidas%20qu%C3%ADmicos%20tambi%C3%A9n%20son,combustibles%20f%C3%B3siles%20de%20manera%20intensa>.
- [13] Importancia del Control Biológico de plagas en la agricultura peruana. [Importancia del Control Biológico de plagas en la agricultura peruana - SENASA](http://www.senasa.gob.pe/publicaciones/importancia-del-control-biologico-de-plagas-en-la-agricultura-peruana)
- [15] Manejo integrado de plagas y plaguicidas. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/principles-and-practices/es/>
- [16] Como desarrollar un plan de manejo integrado de plagas (MIP). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8744/NR27107.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- [17] Herramientas de decisión para el control de enfermedades y plagas. [https://www.casafe.org/herramientas-de-decision-para-el-control-de-enfermedades-y-plagas/#:~:text=Umbral%20de%20Da%C3%B1o%20Econ%C3%B3mico%20\(UDE,beneficios%20de%20controlar%20la%20plaga](https://www.casafe.org/herramientas-de-decision-para-el-control-de-enfermedades-y-plagas/#:~:text=Umbral%20de%20Da%C3%B1o%20Econ%C3%B3mico%20(UDE,beneficios%20de%20controlar%20la%20plaga).
- [18] Guía de gestión integrada de plagas: platanera. [Guía de gestión integrada de plagas. PLATANERA; NIPO: 280-16-345-7; ISBN: 978-84-491-1462-5 \(mapa.gob.es\)](http://www.mapa.gob.es/publicaciones/guia-de-gestion-integrada-de-plagas-platanera)
- [19-23] Aplicación eficiente de fitosanitarios: [Monitoreo de plagas. modulo 3 bis: monitoreo de plagas \(manualfitosanitario.com\)](http://www.monitoreo-de-plagas.com/modulo3bis)
- [20] El monitoreo herramienta básica en los programas de MIP y MIE. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/el-monitoreo-herramienta-basica-en-los-programas-mip-mie>
- [21-24] Métodos de control de plagas. [Microsoft Word - MetodosControlPlagasultimo.doc \(una.edu.ni\)](http://www.una.edu.ni/Documentos/21-24%20Metodos%20de%20control%20de%20plagas.doc)
- [22] Agricultura de precisión y protección de cultivos. (pdf) [agricultura de precisión y protección de cultivos \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/354111111)
- [22] Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión
- [26-30] Estrategias de control biológico. [controlbiologico.info - Estrategias y riesgos del control biológico](http://www.controlbiologico.info/estrategias-y-riesgos-del-control-biologico)
- [27-29] Introducción a la teoría del control biológico de plagas.
- [31] Metodología de Liberación. <https://www.cesvbc.org/laboratorio-reproduccion-parasitoide>
- [32-35] Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña. https://cica.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2020/11/Manual-de-plagas-Pi%C3%B1a-CICA-08-10-20191_compressed.pdf
- [33] Programa de control biológico: mariquitas. [AV-0910.pdf \(mag.go.cr\)](http://www.mag.go.cr/AV-0910.pdf)
- [34] Ficha técnica de “*Cryptolaemus montrouzieri*” *Cryptolaemus montrouzieri* (xilema.cl)
- [36] Hoja técnica del parasitoide *Trichogramma pretiosum*. http://www.cesaveg.org.mx/hojas_beneficos/hoja%20t%C3%89cnica%20cesaveg%20trichogramma%20pretiosum%2020180209.pdf
- [38] *Trichoderma harzianum*, agente de control biológico y biofertilizante. <https://www.tecnologiahorticola.com/trichoderma-harzianum-control-biologico-biofertilizante/>
- [40] *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. [BVE17038725e.pdf;jsessionid=61418F2571D92F8DD26070871F7904E7 \(ica.int\)](http://www.ica.int/BVE17038725e.pdf;jsessionid=61418F2571D92F8DD26070871F7904E7)
- [41] Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano en Magdalena y Urabá Colombia. [Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano en Magdalena y Urabá en Colombia \(bananotecnia.com\)](http://www.bananotecnia.com/identificacion-y-manejo-integrado-de-plagas-en-banano-y-platano-en-magdalena-y-uraba-en-colombia)
- [42] *Metarhizium* spp: Hongo endófito y patógeno de insectos plaga. <https://tecnovitaca.com/metarhizium-endofito-patogeno-insectos/>
- [43] Glosario Parasitología. <https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2020-08/GLOSARIO%20Parasitologia.pdf>
- [44] Buenas Prácticas para el Control del picudo del Plátano, *Cosmopolites sordidus*, en Ecuador. <https://docplayer.es/55210499-Buenas-practicas-para-el-control-del-picudo-del-platano-cosmopolites-sordidus-en-ecuador-ignacio-armendariz-pablo-landazuri-santiago-ulloa.html>
- [45] Cómo usar *Beauveria bassiana* para el control biológico de plagas. [Cómo Usar *Beauveria Bassiana* Control Biológico Plagas \(estoesagricultura.com\)](http://www.estoesagricultura.com/como-usar-beauveria-bassiana-control-biologico-plagas)
- [46] Ficha Técnica del Cultivo de Banano. [F01-8205.pdf \(mag.go.cr\)](http://www.mag.go.cr/F01-8205.pdf)
- [47] Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*). <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/sigatoka-negra>
- [48] Estrategias biológicas para el manejo de la sigatoka en el cultivo de plátano AAB en Rivas, Nicaragua. [Estrategias biológicas para el manejo de la sigatoka \(*Mycosphaerella fijiensis* m.\) en cultivo de plátano \(*musa paradisiaca* l.\) AAB en Rivas, nicaragua \(amelica.org\)](http://www.amelica.org/estrategias-biologicas-para-el-manejo-de-la-sigatoka-mycosphaerella-fijiensis-m-en-cultivo-de-platano-musa-paradisiaca-l-aab-en-rivas-nicaragua)

Colaboración Experto:

Ing. Forestal. Ana Lucía Méndez Cartín

Email: analucia.mendez@ctfc.cat

Ing. Agrón. William Vega

Email: vwvm05@gmail.com