

XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA
27, 28 y 29 de abril de 2020





LOS MICROORGANISMOS EN EL MANEJO DE LAS PLAGAS DE LOS CULTIVOS

Manuel B. Suquilanda Valdivieso

EXPOSITOR

suquilandavaldivieso@gmail.com

/ Celular: 0998042005



Las plagas y la producción de cultivos

- Para la FAO (2012), plaga es cualquier especie, raza o biotipo vegetal, animal o patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. Esta definición ha sido adoptada por la Corporación Andina de Naciones (CAN), tal como consta en la decisión 804.
- Según esta definición, una plaga puede estar constituida por poblaciones críticas de insectos, ácaros, nematodos, patógenos (hongos, bacterias, virus), hierbas indeseadas (arvenses o malezas) y vertebrados: pájaros, ardillas, guantas, guatusas, conejos, ratas, etc



Las plagas y la producción de cultivos

- Se estima que las plagas agrícolas causan daños en alrededor del 40 al 48 % de la producción mundial de alimentos. En el campo los daños pueden llegar a alcanzar un promedio del 33 al 35 % de la producción potencial, mientras que las pérdidas en poscosecha pueden ser de entre el 10 y el 20 % (Botrell 1979).



Las plagas y la producción de cultivos

- Los insectos, al igual que los ácaros, nematodos, moluscos, fitopatógenos (hongos, virus, bacterias), hierbas indeseadas (arvenses o malezas), pájaros, roedores, entre otros organismos que pueden adquirir características de plaga, contribuyen a que se produzcan estos daños (Botrell 1979).
- Se ha determinado que las plagas pueden ser reducidas en un 50 % si se mejoran las tecnologías para su control.



El control de plagas en la producción de cultivos

- **La utilización de los plaguicidas** en las actividades cotidianas de los productores desde hace ya varias décadas ha reportado beneficios significativos tanto en el sector agrícola como en la salud pública.
- Sin embargo su aplicación sostenida y muchas veces indiscriminada a través del tiempo también ha generado problemas en diversas áreas, repercutiendo de manera adversa principalmente en los ecosistemas y en la salud humana.



El control de plagas en la producción de cultivos

- La ciencia ha determinado que mas del 70 % de los plaguicidas aplicados no alcanzan su objetivo y que el porcentaje restante se dispersa en el ambiente, lo que ocasiona una serie de problemas de contaminación de los ecosistemas urbanos y agrícolas, produciendo efectos reales y potenciales en el hombre, los animales, las plantas, los microorganismos y los ecosistemas en general (Guevara 1991).



El control de plagas en la producción de cultivos

- El impacto del uso de plaguicidas se traduce en la contaminación de las fuentes de agua, del suelo, del aire y de los alimentos, así como en la resistencia cada vez mayor de las plagas (insectos, ácaros, nematodos, patógenos, arvenses, etc.) a su acción, lo que ha propiciado la aparición de nuevas plagas y la eliminación de los controladores biológicos, es decir un desequilibrio de los ecosistemas que finalmente tiene un impacto en la calidad de vida de los agricultores y de los consumidores en general



El control de plagas en la producción de cultivos

- Ante los serios cuestionamientos que surgieron a nivel mundial por el uso indiscriminado de agroquímicos en la producción agrícola y sus efectos negativos en el ambiente y la salud, aparecieron alternativas tecnológicas orientadas a solventar esta situación.
- Es así como nace la estrategia conocida como **Manejo Integrado de Plagas (MIP)** y en muchos sectores productivos inclusive el **Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)**.



El Manejo Integrado de Plagas (MIP)

- Para los productores agrícolas y los controladores de plagas, el **MIP** representa la mejor combinación de **medidas culturales, de control biológico, químico y de manejo del cultivo** para controlar enfermedades, ácaros, insectos, nematodos y malezas (hierbas indeseadas), a través de la cual pueden operar de la manera mas económica, mas segura, ambiental y socialmente aceptable (Rogg 2000).



El MIP y el control de plagas

- La mayor importancia del MIP radica en el hecho de que su manejo conduce a los productores a **reducir el uso de plaguicidas** con el fin de obtener productos de mejor calidad y aptos para el consumo humano y animal, así como a buscar alternativas tecnológicas orientadas a la practica de una agricultura limpia.
- Es asi como aparecen ya otros enfoques de mayor avanzada que el concepto de MIP que se conocen como Manejo Ecológico de Plagas **(MEP)**, Manejo Ecológico Fitosanitario **(MEF)**, Manejo Agroecológico de Plagas **(MAP)** y Manejo Integrado de Cultivos **(MIC)**.



El MAP y el manejo de las plagas

- El **MAP** promueve la administración integral de toda la finca. El elemento central no es el insecto, el acaro, el nematodo, el gasterópodo, la hierba indeseada o el patógeno, sino toda la finca con las diferentes interacciones entre las plantas, los arboles forestales, las cercas vivas, los cultivos anuales, los cultivos frutales, los insectos benéficos (predadores, parasitoides, polinizadores) los agentes microbiológicos (entomopatógenos y antagónicos) y los pájaros que se encuentran en ella cuando esta diversificada y que regulan las poblaciones de insectos (Vásquez 2011).



El MAP y el manejo de las plagas

- La agroecología y por ende el **MAP** se proponen solucionar los problemas fitosanitarios de la producción agrícola **trabajando en las causas de las plagas** y **no en sus efectos** como lo hace la agricultura convencional de la revolución verde.
- En efecto, esta última solo toma en cuenta la **sintomatología y las consecuencias de la aparición de las plagas** y no sus causas que la mayoría de veces son la nutrición inadecuada de los cultivos, la siembra de grandes áreas de monocultivo, la pérdida de la fertilidad natural de los suelos y el uso indiscriminado de agro tóxicos.





MAP

MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS

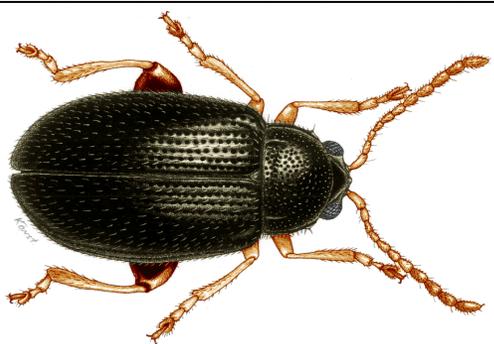


Emplea todas las técnicas y métodos de prevención disponibles , **excluyendo los productos químico- sintéticos**, porque atentan contra la salud de los agricultores y consumidores en general o causan desequilibrios en los ecosistemas.

EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS (MAP), propone:

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Práctica de medidas necesarias para impedir la aparición de plagas



MEDIDAS PREVENTIVAS

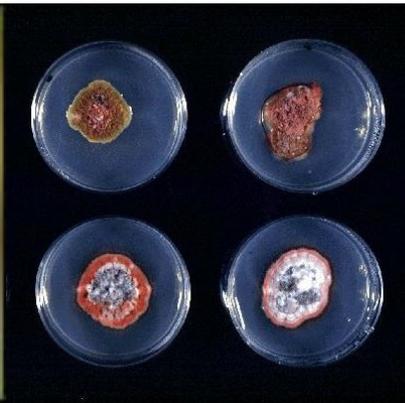
- Aumentar la resistencia individual de la planta.
- Situar a las plantas en condiciones idóneas para aumentar dicha resistencia y sometiéndolas a **tratamientos vitalizadores.**
- Crear las condiciones desfavorables para el desarrollo de parásitos (asociaciones de cultivos, incorporación de plantas compañeras y repelentes)



EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS (MAP), propone:

MEDIDAS CURATIVAS

- Utilización de medidas necesarias para disminuir las poblaciones de plagas



MEDIDAS CURATIVAS

Aplicar una serie de medidas orientadas a disminuir las poblaciones de plagas (insectos, ácaros, nemátodos, gasterópodos, patógenos, vertebrados, arvenses, etc), utilizando:



MEDIDAS CURATIVAS

Agentes no contaminantes de origen biológico:

- Parasitoides y depredadores
- Bioinsecticidas: hongos, virus, bacterias y
- Principios activos de origen botánico, animal y algunos elementos minerales



El Método de control BIOLÓGICO

- **Control biológico**

- En el marco del **Manejo Agroecológico de Plagas**, el control biológico es un elemento importante.
- Puede enfocarse desde dos puntos de vista: el control **pasivo o control natural** y el **control activo** o control **biológico clásico** (Lizarraga & Iannaccone 1996).





COMO ACTÚAN LOS AGENTES MICROBIOLÓGICOS ENTOMOPATÓGENOS, ANTAGÓNICOS y BIOFERTILIZANTES



MANEJO BIOLÓGICO CLÁSICO

Plantea la regulación de la población de una plaga, por intervención de sus enemigos naturales.

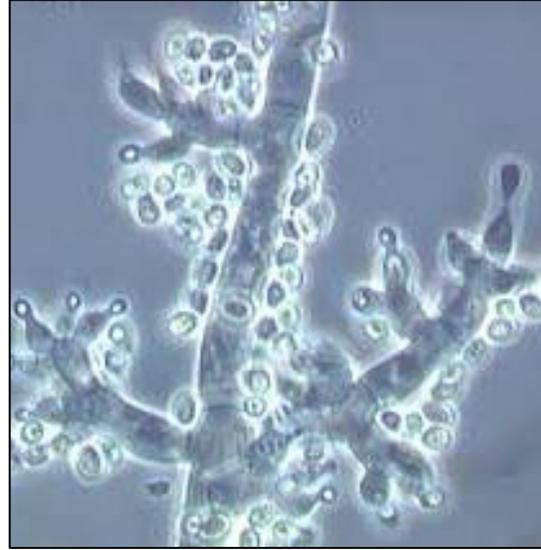


OBJETIVOS DEL MANEJO BIOLÓGICO CLÁSICO

- Reducir la incidencia de las plagas (insectos, ácaros, nemátodos, gasterópodos, patógenos)
- Reducir el inóculo de los patógenos
- Reducir la infección del hospedante por el patógeno
- Reducir la severidad del ataque por el patógeno.



CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO



Propone el control de Plagas, mediante el uso dirigido de:

- **Insectos, ácaros y nemátodos benéficos,**
- **Agentes microbiológicos entomopatógenos y antagonistas.**

BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS

- Microorganismos procariotes
- Alta capacidad reproductiva.
- Afectan el desarrollo y crecimiento
- Producen toxinas
- Habitan en el suelo y follaje
- Fáciles de diseminarse



MANEJO BIOLÓGICO CLÁSICO

USO DE BACTERIAS

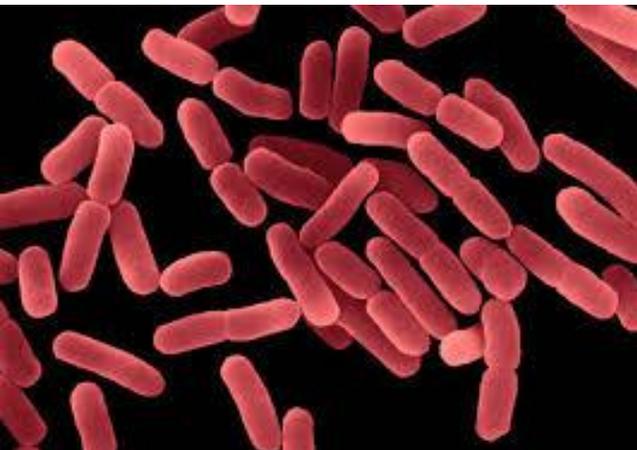
BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS	INSECTOS QUE CONTROLAN
<i>Bacillus thuringiensis (Bt)</i> 15 serotipos	<i>Lepidópteros: gusanos trozadores, cogolleros, medidores, tierreros.</i>
<i>Bacillus popillae (Bp)</i> Variedades: <i>lentimorbus, fibrobουργensis</i>	<i>Coleópteros: escarabajos</i>
	NEMÁTODOS QUE CONTROLAN
<i>Pasteuria penetrans</i> <i>Pseudomonas cepacea</i>	<i>Meloidogyne incognita, Radophulus similis, Pratilenchus sp.</i>

Dosis: 2,5 a 5 g o mL /litro (2×10^8 ufc/g/mL de sustrato) cada 8 a 15 días

MANEJO BIOLÓGICO CLÁSICO

USO DE BACTERIAS

BACTERIAS ANTAGÓNICAS	PATOGENOS QUE CONTROLAN
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Hongos: Phytophthora, Fusarium, Royas, Monilla.</i>
<i>Bacterias ácidolácticas</i>	<i>Hongos del suelo: Fusarium oxisporum, Phytium sp.</i>



Bacillus thuringiensis (Bt)

Características



Produce tres exotoxinas (alfa, beta y ganma) y una endotoxina llamada **delta endotoxina** que es la que produce el efecto insecticida.

La esporas bacterianas producen una septicemia que incrementa el efecto de las toxinas insecticidas.

La muerte ocurre entre 18 y 72 horas

Aplicaciones con *Bacillus thuringiensis*

- Controla lepidópteros
- La aplicación debe hacerse cuando hay mayor cantidad de larvas pequeñas
- Utilizar equipos limpios y libres de residuos tóxicos
- El pH del agua debe estar entre 5-6
- Realizar aplicaciones en la mañana o en la tarde
- Usar adherentes para extender la vida del producto



Bacillus popillae



Características

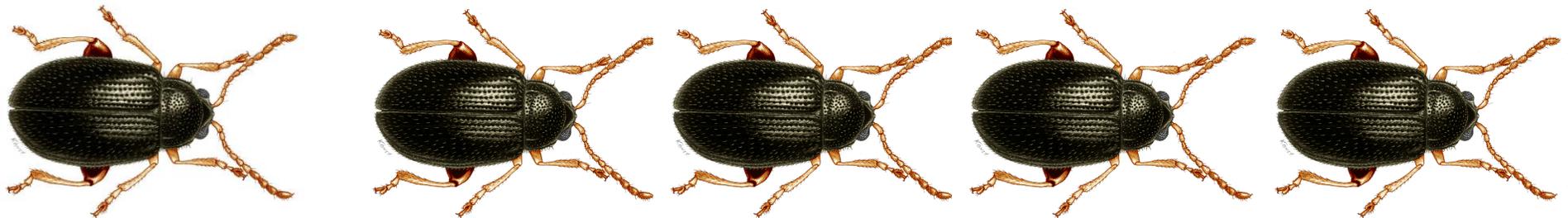
Esta bacteria no produce toxinas.

Produce una bacteremia en las larvas que es fatal

Las esporas tienen una alta persistencia en el suelo

Aplicaciones del *Bacillus popilliae*

- *Bacillus popilliae*, produce la enfermedad lechosa de los escarabajos.
- Es una buena opción para el control del cutzo o gallina ciega (*Pillophaga* spp) y otros coleópteros que atacan al sistema de raíces de los cultivos.
- Utilizar equipos limpios y libres de residuos tóxicos
- El pH del agua debe estar entre 5-6
- Realizar aplicaciones en la mañana o en la tarde
- Usar adherentes para extender la vida del producto



Bacillus subtilis

Características



Produce sideróforos: que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos.

Actúa por Competición: compite por sustrato en la rizósfera y filósfera con los patógenos de las plantas.

Bacillus subtilis

Características

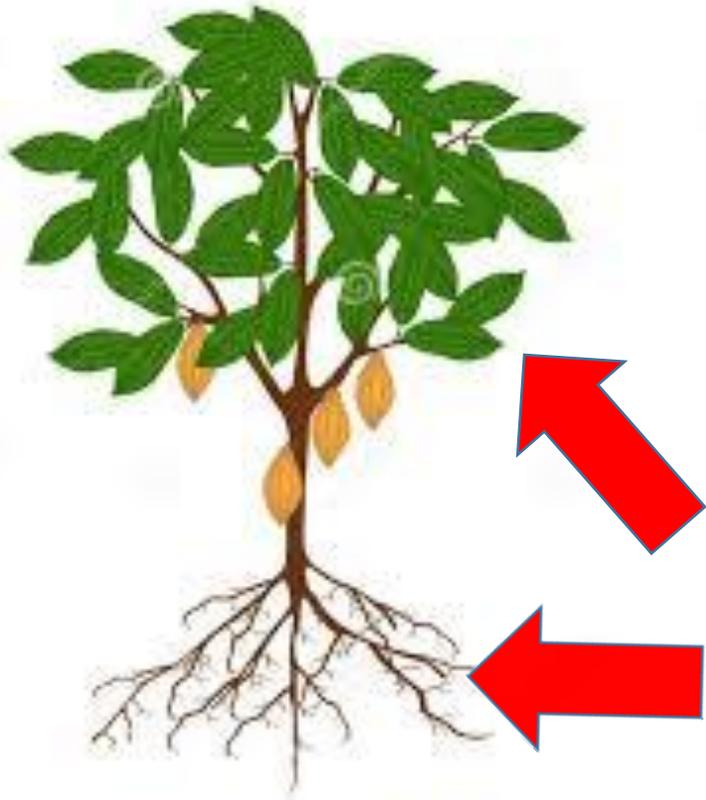


Antibiosis: produce antibióticos del tipo Bacilysin e Iturin que son altamente fungo tóxicos.

Es promotora de crecimiento: al establecerse en el sistema radical del cultivo lo protege y estimula la absorción de nutrientes.

Bacillus subtilis

Características



Inductora de resistencia: al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos.



Aplicaciones con *Bacillus subtilis*

- Es una buena opción para el control de microorganismos patógenos del suelo y del follaje.
- Controla hongos: *Phitophthora*, *Fusarium*.
Roya y *Monilia*
- Utilizar equipos limpios y libres de residuos tóxicos
- El pH del agua debe estar entre 5-6
- Realizar aplicaciones en la mañana o en la tarde
- Usar adherentes para extender la vida del producto



HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

- Patógenos facultativos
- Colonizan diversos substratos, incluido la quitina
- Alta capacidad reproductiva
- Producen enzimas y toxinas
- Afectan la ingesta y comportamiento del insecto
- Diversos hábitat.



USO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	INSECTOS QUE CONTROLAN
<i>Beauveria bassiana</i>	COLEOPTEROS: Escarabajos, picudo, broca del café, gorgojos
<i>Beauveria brogniarti</i>	LEPIDOPTEROS: Gusanos trozadores
<i>Metarhizium anisopliae</i>	DIPTEROS: Minadores, COLEOPTEROS: Escarabajos, picudos
<i>Lecanicillum lecanii</i>	HOMOPTEROS: Mosca blanca, saltones de la hoja

DOSIS: 3-5 gramos o ml/litro/ (2 x 10⁸ ufc/g o mL) cada 8-15 días

USO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	INSECTOS y NEMÁTODOS QUE CONTROLAN
<i>Purupreocillum lilacinus/ antes Paecilomyces lilacinus, Isaria fumosorosea/ antes Paecilomyces fumosoroseus</i>	NEMATODOS: Meloidogyne incognita. Pratylenchus, Helicotylenchus, Rhadophylus HOMÓPTEROS: mosca blanca
<i>Entomophora sp / var. V. muscae</i>	HOMOPTEROS: Afidos, ácaros
<i>Aschersonia sp.</i>	HOMOPTEROS: áfidos, ácaros
<i>Nomurea rileyi</i>	LEPIDOPTEROS: gusanos/ COLEOPTEROS

DOSIS: 2-3 gramos o ml/litro/ (2×10^8 ufc/g o mL) cada 8-15 días

Beauveria bassiana

Características



Produce varias toxinas

El hongo ingresa a través de la cutícula, principalmente por las partes frágiles, con la participación de procesos físicos químicos a través de las enzimas: quitinasas, proteasas y lipasas.

Los cadáveres de los insectos muestran en su exterior crecimiento de micelios

Aplicaciones con *Beauveria bassiana*

- Hacer tres aplicaciones foliares con intervalos de cada cuatro a seis días, utilizando equipos convencionales o de ultra bajo volumen
- Se puede aplicar utilizando trampas atrayentes impregnadas con el hongo.
- Las aplicaciones se deben realizar cuando el insecto se encuentra en los estadios más susceptibles.



Metarhizium anisopliae



Características

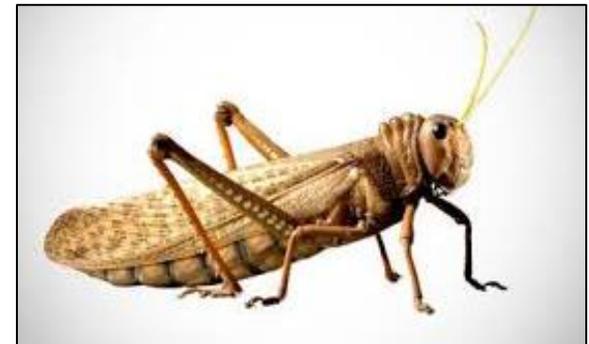
Es el agente causal de la **muscardina verde**. Es un patógeno de 300 especies de siete órdenes de insectos.

Produce varias toxinas como las destruxinas y desmetildestruxina.

Penetra al insecto por las regiones frágiles de la cutícula, por acción física y química

Aplicaciones con *Metarhizium anisopliae*

- Controla cercópidos (salivazos), chinches, áfidos, mosca blanca, langostas, grillos.
- Aplicar cuando hayan menos radiación solar y usando coadyuvantes.
- Las aplicaciones se pueden hacer utilizando equipos convencionales o de ultra bajo volumen.



Aplicaciones con *Metarhizium anisopliae*



Se puede aplicar utilizando trampas atrayentes impregnadas con el hongo.

Lecanicillium lecanii

Características



Es un hongo que produce epizootias espectaculares en áfidos (pulgones), escamas, cochinillas, chinches y moscas blancas

Penetra por la cutícula por acción química donde participan enzimas: quitinasas, proteasas y lipasas, como por la acción física de las estructuras del hongo.

Aplicaciones de *Lecanicillium lecanii*

- Controla plagas de homópteros (mosca blanca, saltones de la hoja), áfidos, trips y escamas. Tiene capacidad de crear epizootias cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables.
- Aplicar el producto en horas de la tarde, utilizando agentes humectantes.
- Las aplicaciones se hacen al follaje, utilizando equipos convencionales o de ultra bajo volumen.
- Generalmente una sola aplicación, es suficiente para enfermar una población.



Aplicaciones de *Lecanicillium lecanii*

- Además de los infectar a los insectos *Lecanicillium lecanii*, infecta a un amplio rango de hongos patógenos de vegetales, como: Cercospora, Mildiu polvoso, y royas.
- También tiene actividad fúngica contra *Fusarium spp.*



Purpureocillium lilacinum

Características



Es un hongo utilizado para el control de nematodos. Parasita y digiere huevos del nematodo *Meloidogyne* spp., así como quistes de nematodos *Globodera* spp. *Heterodera* spp y *Radophulus similis*.

Se encuentra especialmente en climas calidos.Su habitat comprende el suelo, las masas gelatinosas de huevos de nematodos agalladores y los quistes de nematodos.

Es un hongo algodonoso de colores vistosos como rosa, rojo o purpura cuando ha esporulado.

Aplicaciones de *Purpureocillium lilacinum*

- La infección se produce al penetrar la hifa ya sea en la matriz gelatinosa de los nematodos formadores de agallas o en la vulva o el cuello abierto de los quistes.
- Parasita las hembras y sus huevos, a los cuales les causa deformaciones con la colaboración de enzimas líticas.
- Produce destrucción de ovarios y reducción de la eclosión. Una vez que el hongo penetra en el huésped a través de la cutícula y llega al hemocele, produce toxinas que afectan los sistemas nerviosos y causa deformación en el estilete de los nematodos que sobreviven



Aplicaciones de *Purpureocillium lilacinum*

- Las aplicaciones se hacen en drench sobre “base húmeda” con equipos convencionales o de ultra bajo volumen.
- En musáceas las aplicaciones se harán cuando la sumatoria de diferentes tipos de nematodos sea de 10 000 nematodos por cada 100 gramos de raíces
- Generalmente una aplicación en dosis de 5-10 g/mL/litro (2×10^8 ufc) cada tres meses, es suficiente para enfermar una población de nemátodos



USO DE HONGOS ANTAGÓNICOS

HONGOS ANTAGÓNICOS	PATOGENOS QUE CONTROLAN
<p><i>Trichoderma</i></p> <p><i>Variedades: harzianum, viride, lignorum, konigii, pseudo konigii, occidentalis</i></p>	<p><i>Fusarium sp. Rhizoctonia sp. Pythium sp. Phythoptora sp. Sclerotium sp., Phoma sp. Alternaria sp. Sclerotinia sp.</i></p>
<p><i>Gliocladium virens</i></p>	<p><i>Fusarium sp. Rhizoctonia sp. Pythium sp. Phythoptora sp. Sclerotium sp., Phoma sp. Alternaria sp. Sclerotinia sp.</i></p>

Trichoderma harzianum



Características

Es un hongo saprófito del suelo

Varias especies parasitan hongos patogénicos

Se han encontrado cepas controladoras de nemátodos

Producen antibióticos como gliotoxinas, viridinas y enzimas líticas.

Trichoderma viride,



Características

Hongo saprófito, se encuentra en el suelo.

Parasita hongos patogénicos.

Son competitivos, crecen muy rápido y compiten bien con otros organismos del suelo.

Son antagónicos y producen antibióticos como gliotoxinas, viridinas y enzimas líticas.

Gliocladium virens



Características

Es altamente antagonista

Produce metabolitos como ácidos grasos, viridin, gliotoxina, dimetilgliotoxinas, viridiol, fenoles.

Las gliotoxinas, inhiben la acción hongos fitopatógenos: Sclerotium, Botrytis, Phytium, Rhizoctonia, Phytophthora.

Puede inhibir la germinación de esporas de *Botrytis cinerea*.

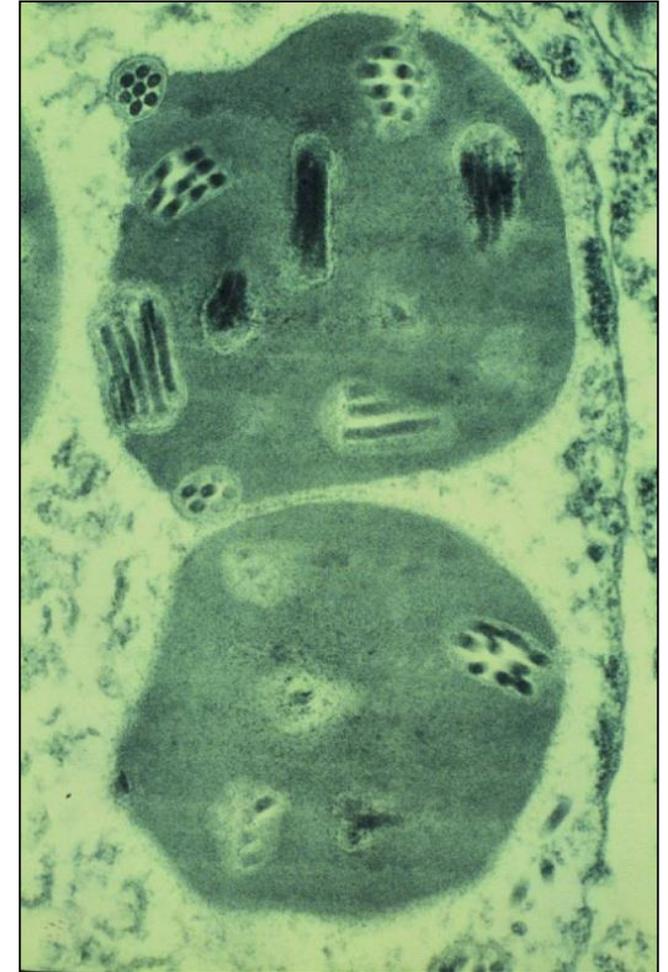
Aplicaciones con Hongos Antagónicos

- **Se expenden como formulaciones líquidas, polvos humedecibles, polvo seco, formulaciones en aceite y encapsulados.**
- **Estos productos cuando se utilizan para control de hongos del suelo, pueden mezclarse con materia orgánica u otras enmiendas que se utilizan como fertilizantes, tal como se hace con los inoculantes bacterianos usados como biofertilizantes.**
- **También se los puede aplicar en diluciones vía drench, por fertiriego, en aspersiones foliares y en aspersiones ambientales bajo condiciones protegidas.**

MANEJO BIOLÓGICO CLÁSICO

USO DE VIRUS ENTOMOPATÓGENOS (VEP)

- Son entidades infecciosas cuyo genoma está constituido por ácido nucleico ya sea ADN o ARN.
- Son patógenos obligados ya que necesitan de un organismo vivo, el hospedante para poder multiplicarse y diseminarse en el agroecosistema



VIRUS ENTOMOPATÓGENOS (VEP)

- Nucleoproteínas infectivas
- Rápida mortalidad
- Diseminación por aire
- Producen necrosis
- Actúan por ingestión
- Habitan en el suelo y follaje



USO DE VIRUS ENTOMOPATÓGENOS

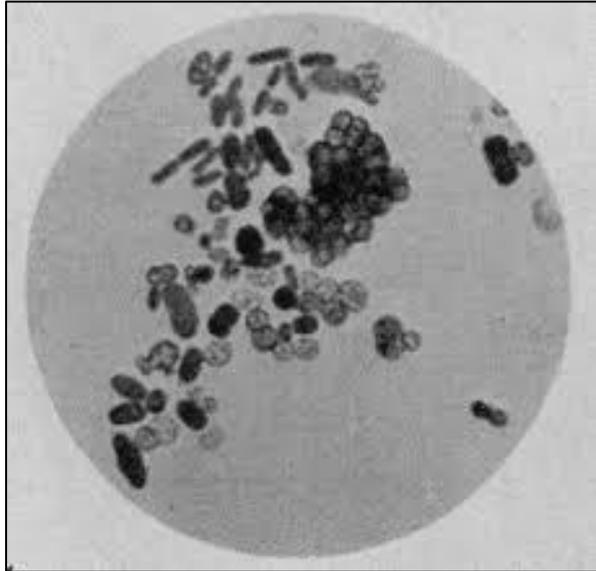
VIRUS	INSECTOS QUE CONTROLAN
<i>V. Poliedrosis nuclear (NPV)</i> <i>V. Granulosis (GV)</i> <i>V. Poliedrosis atoplacmática (CPV)</i>	LEPIDOPETROS: trozadores, cogolleros, enrolladores, belloteros
<i>Baculovirus anticarsia</i>	LEPIDOPTEROS
<i>Baculovirus pthorimaea</i>	LEPIDOPTEROS: polilla de la papa (5 g/kg)

Aplicaciones de Virus Entomopatógenos

- Se expenden en forma líquida y polvo seco, para espolvorear. Muchas de las presentaciones de virus deben ser almacenadas a temperaturas de 4° C .
- Se recomienda hacer las mezclas bajo sombra para evitar que los virus se inactiven por la acción de los rayos ultravioletas. El virus congelado debe mezclarse con agua hasta que se disuelva.
- Para las aplicaciones se puede utilizar cualquier equipo convencional.

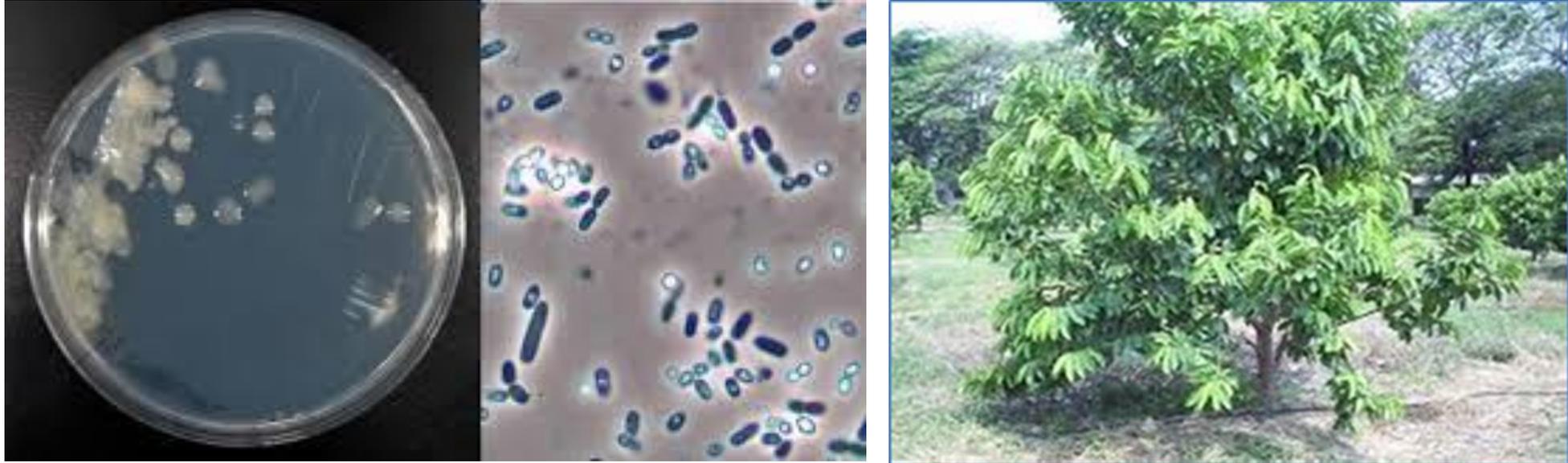


BACTERIAS BIOFERTILIZANTES



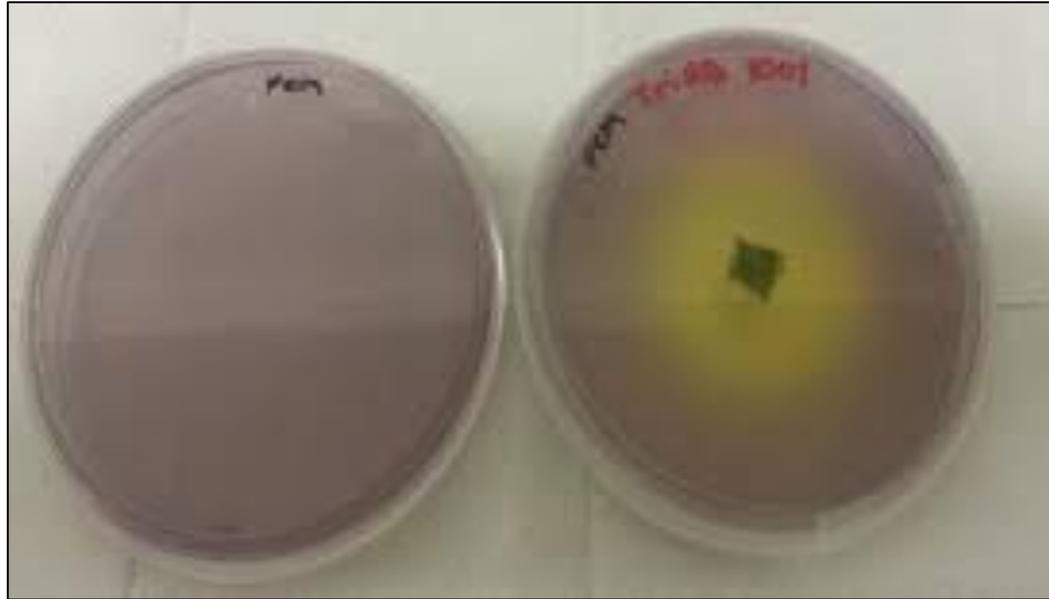
- Son formulados a base de bacterias biofertilizantes fijadoras de **Nitrógeno atmosférico**, promotoras del crecimiento, floración y cuajado de frutos de los cultivos, se formulan a base de bacterias del género ***Azotobacter sp.*** y ***Azoospirillum sp.***

BACTERIAS BIOFERTILIZANTES



- Las bacterias que hacen parte de estos biopreparados a mas de contribuir a la fijación de Nitrógeno atmosférico (*Azotobacter sp.*), ayudan a la formación de coloides húmicos aumentando la capacidad de retención de nutrientes (CIC),

BACTERIAS BIOFERTILIZANTES



- Hay otras bacterias movilizadoras, solubilizadoras y fijadoras de fósforo y carbonatos. Que se encuentran en el suelo en forma nos asimilables.

Bacterias solubilizadoras de fosfato

- Las bacterias solubilizadoras de fosfato son bacterias beneficiosas capaces de solubilizar fósforo inorgánico a partir de compuestos insolubles.
- La capacidad de solubilización de Fósforo P de los microorganismos de la rizósfera se considera uno de los rasgos más importantes asociados con la nutrición de fosfato vegetal.



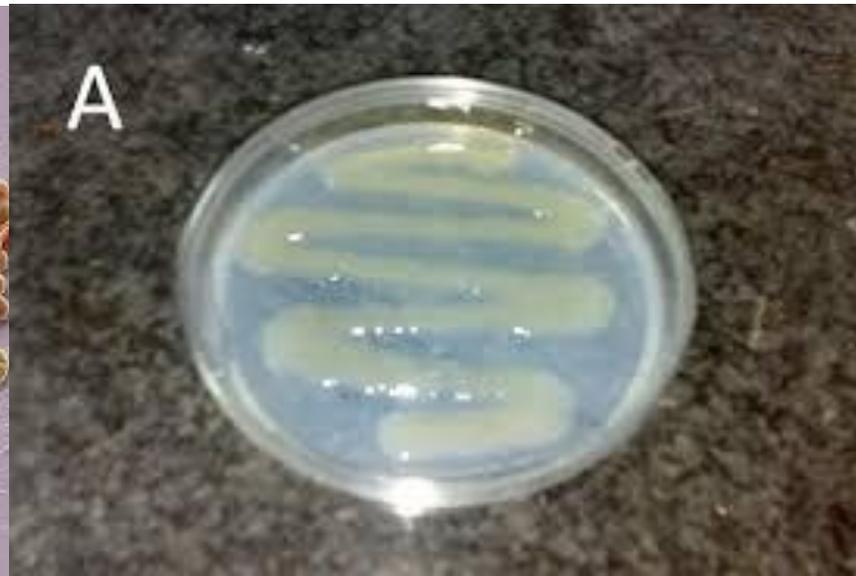
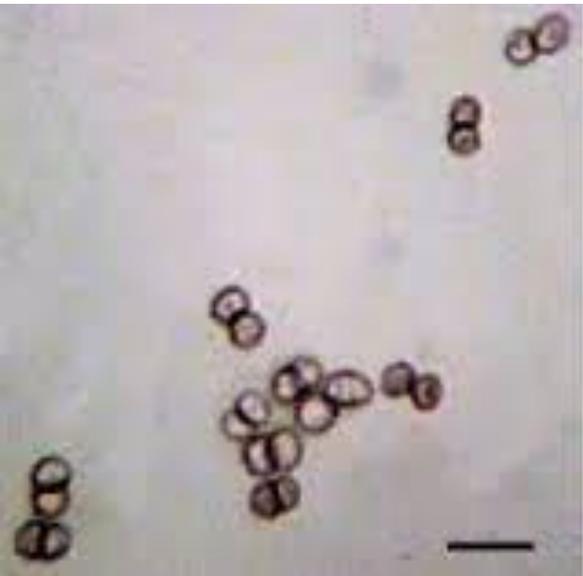
BACTERIAS BIOFERTILIZANTES

- En Australia y Canadá, se utilizan bioformulados a base de *Penicillium bilaiae* y *Penicillium radicum*, para aplicaciones en cereales
- En Cuba, se aplica Fosforina® que es un bioinoculante a base de *Pseudomonas fluorescens* aplicado principalmente en tomate.
- En Colombia, actualmente se comercializa Fosfosol®, cuyo ingrediente activo es *Penicillium janthinellum*, dirigido especialmente al cultivo del arroz, con incrementos del rendimiento entre el 5% y el 38%,



BACTERIAS BIOFERTILIZANTES

- En el Ecuador, ya se están utilizando bacterias fijadoras de Nitrógeno atmosférico y generadoras de promotores de crecimiento y floración, tales como *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter brasiliensis* y *Azospirillum* sp.





Gracias por su atención

