

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

Mario J. Villaverde

I + D + i. Dpto Biología. Probelte S.A.



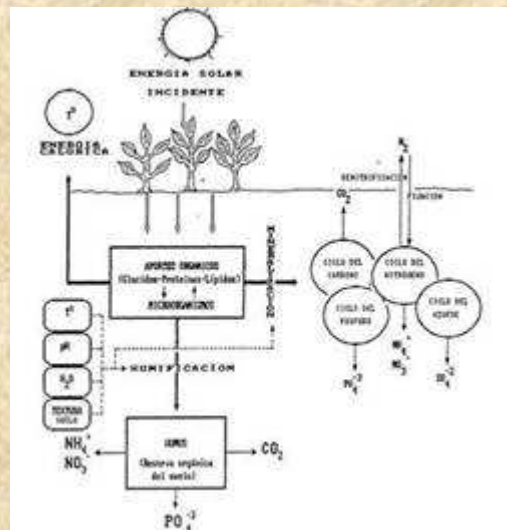
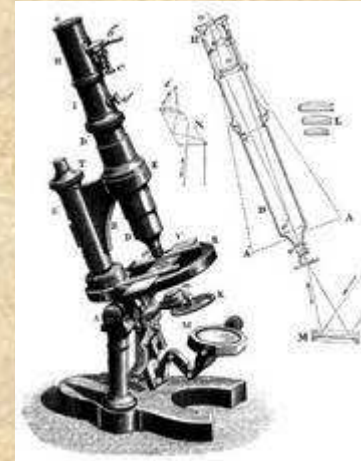
# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

Microorganismos

Mikros → pequeño

Bacterias, hongos, virus, protozoos, etc.

Las interacciones microbianas en los sistemas agrícolas producen efectos positivos o negativos por lo que actuando sobre ellas podemos hacer los ecosistemas más naturales.



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## USO INDISCRIMINADO DE FERTILIZANTES Y PESTICIDAS. IMPACTO AMBIENTAL

- Contaminación de suelos
- Contaminación y eutrofización de aguas
- Emisión de gases contaminantes a la atmósfera

Cada vez cobra más importancia el uso de productos biológicos como complemento e incluso sustituto de los productos químicos.

Cabe señalar estos productos presentan una serie de ventajas adicionales:

- Son multifuncionales, es decir, eficaces contra una gran variedad de organismos fitopatógenos
- Estimulan el crecimiento vegetal, el enraizamiento y favorecer la nutrición mineral
- Inducen la resistencia sistémica de la planta frente a diferentes agentes fitopatógenos

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## **Bioaumentación o Bioincremento**

Aceleración de los procesos biológicos a través de la inoculación de microorganismos seleccionados y preparados para el proceso específico

## **Biofertilización**

Inoculación con microorganismos capaces transformar nutrientes no utilizable en formas asimilables por las plantas y estimular su crecimiento así como el rendimiento de las cosechas.

- Fijación biológica del  $N_2$  atmosférico
- Solubilización y movilización de nutrientes del suelo
- Formación de agentes quelantes
- Estimulación del crecimiento vegetal

## **Control biológico**

Estrategia para el control de plagas y enfermedades en la cual se utilizan enemigos naturales, antagonistas, competidores vivos, u otras entidades bióticas capaces de reproducirse

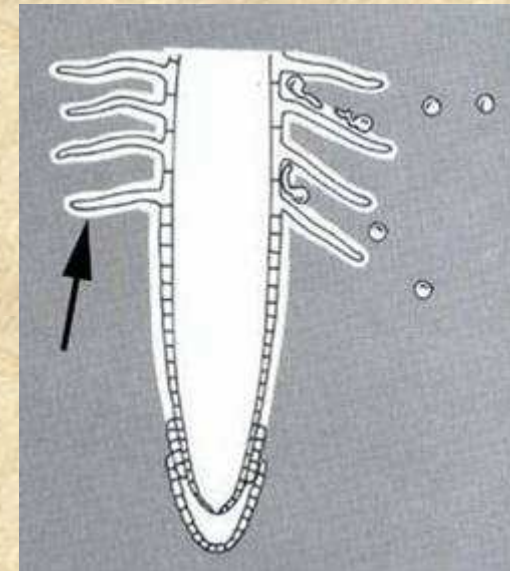
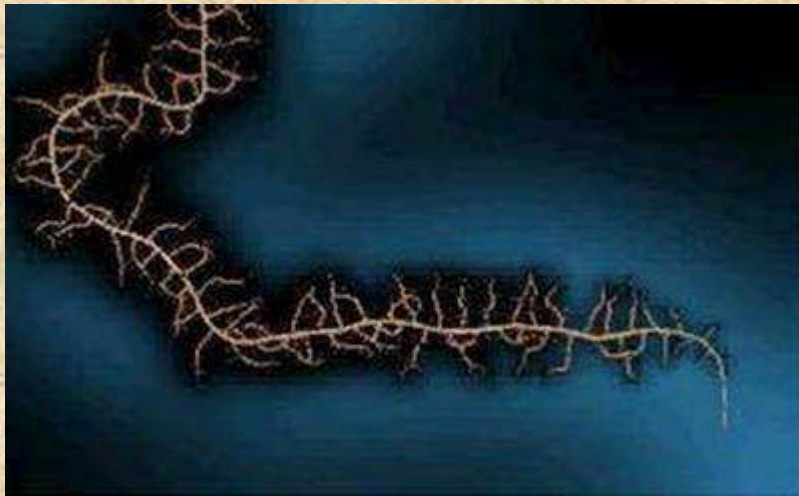
- Biofungicidas y Biobactericidas
- Bioinsecticidas
- Bionematicidas

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

PGPR: Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

Bacterias que colonizan las raíces de las plantas después de su inoculación en las semillas y que promueven su crecimiento (Kloepper y Schroth, 1978)

## RIZOSFERA

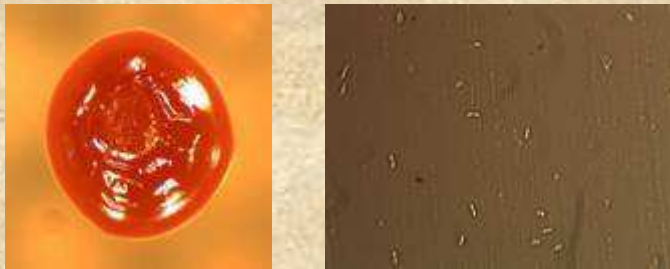


# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## BIOFERTILIZACIÓN. EFECTOS DE LA INOCULACIÓN CON BACTERIAS

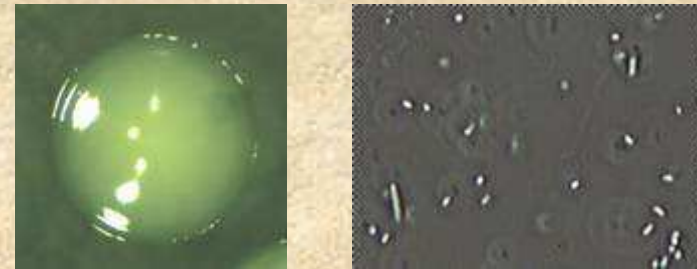
Microorganismos estimulantes del crecimiento vegetal.

*Azospirillum brasilense*, cepa M<sub>3</sub>  
CECT 5802



- Fija nitrógeno atmosférico
- Utiliza otras formas nitrogenadas
- Produce fitohormonas
- Produce sideróforos

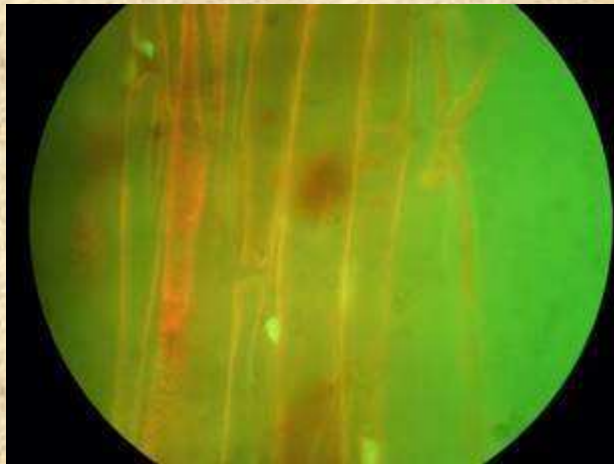
*Pantoea dispersa*, cepa C<sub>3</sub>  
CECT 5802



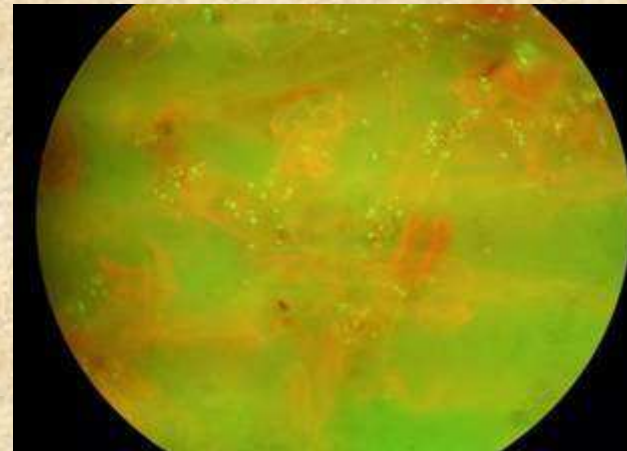
- Solubiliza fosfatos y otros nutrientes del suelo
- Produce sideróforos
- Produce fitohormonas
- Antagonista de hongos fitopatógenos

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## EFFECTO DE LA INOCULACIÓN CON BACTERIAS



Control sin inocular



Inoculadas con biofertilizante

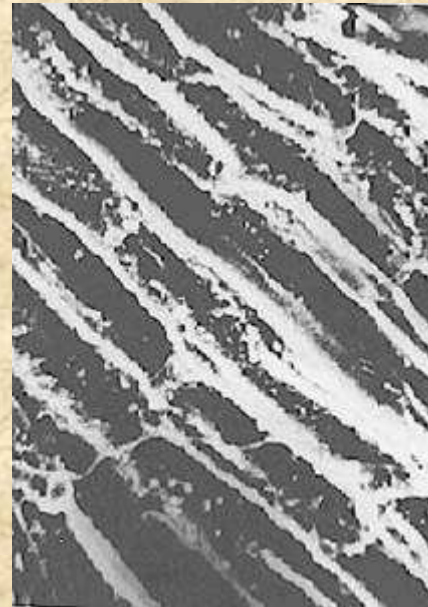
Micrografía al Microscopio óptico de las raíces

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON BACTERIAS



Control sin inocular



Inoculadas con biofertilizante

**Micrografía al Microscopio Electrónico de Transmisión de las raíces**

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

ESTIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO DE RAÍCES DE PLÁNTULAS DE  
PEPINO EN CONDICIONES GNOTOBIÓTICAS



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## PROPIEDADES DEL BIOFERTILIZANTE

- Actúa como un fertilizante general
- Sistema de liberación controlada que permite el establecimiento paulatino de los microorganismos en las raíces
- Las plantas crecen más vigorosas y saludables.



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## BIOESTIMULANTE

- Caldo de fermentación de *Azospirillum brasilense* , cepa ALo1, CECT 5856.
- Alto contenido de fitohormonas
- Actúa induciendo el enraizamiento, y el crecimiento vegetal.
- Mejora la incorporación de nutrientes en las plantas.
- Le confiere a las plantas resistencia frente a las enfermedades y las condiciones ambientales estresantes.
- Es un estimulador de la microbiótica quitinolítica del suelo.

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## TRATAMIENTO DE PLANTAS DE SANDÍA. BIOESTIMULANTE



No tratadas



Tratadas

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## MICROORGANISMOS CON CAPACIDAD INSECTICIDA

En este grupo se encuentran bacterias , hongos y virus  
Poseen diferentes mecanismos de acción.

Bacterias:

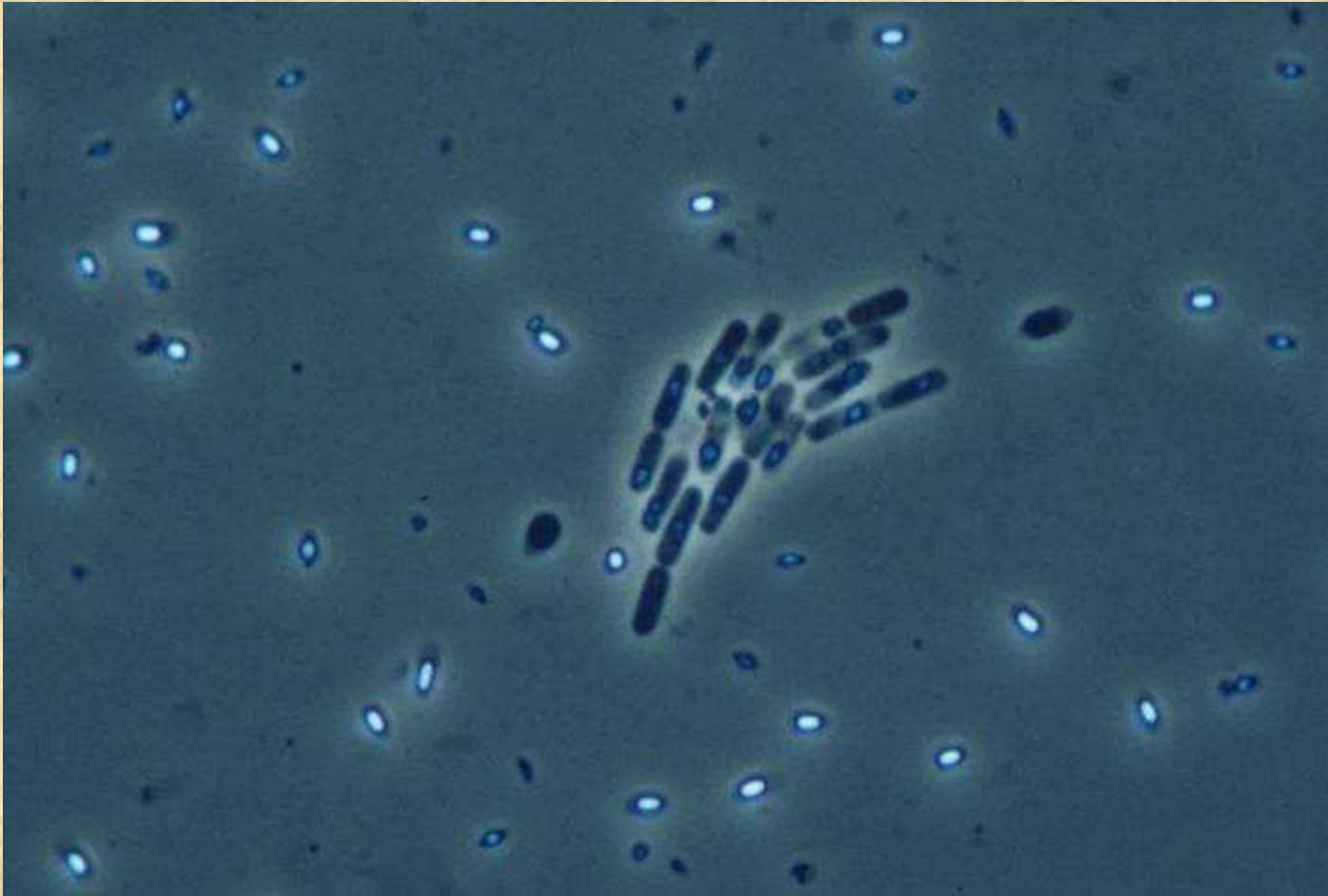
Pueden ser esporógenas o no.

*Bacillus thuringiensis subsp.* Kurstaki (CECT 7209).

Es capaz de esporular lo cual le confiere una elevada resistencia. Segrega toxinas en forma de cristales parasporales que actúan sobre los insectos diana provocando su muerte

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

*Bacillus thuringiensis*



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## BIOENSAYOS DOSIS - LETALIDAD



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## MICROORGANISMOS CON CAPACIDAD FUNGICIDA

En este grupo se encuentran fundamentalmente bacterias y hongos:  
Poseen diferentes mecanismos de acción de acuerdo al grupo microbiano.

Bacterias:

Pueden ser esporógenas o no.

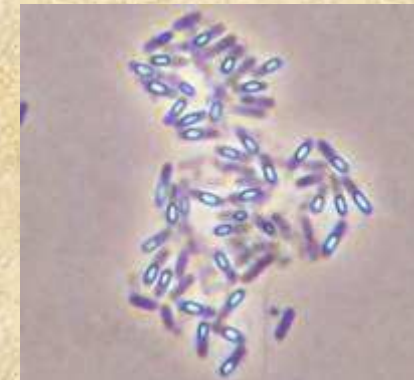
Género *Bacillus*

Es capaz de esporular lo cual le confiere una elevada resistencia. Presenta diferentes mecanismos de acción muchas veces en una sola cepa, lo cual hace muy efectivos estos agentes de control con la condición de que sean usados adecuadamente

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

Productos constituidos por esporas de diferentes cepas del género *Bacillus* formulados en formato líquido. Está compuesto por bacterias aisladas en nuestros laboratorios a partir de muestras de suelos de diferentes puntos de la geografía española y depositados en la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT).

La característica fundamental de estos productos es que presentan una elevada actividad antifúngica, frente a un rango muy amplio de hongos fitopatógenos tales como: *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Sclerotinia*, *Verticillium*, *Mycosphaarella* entre otros.



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

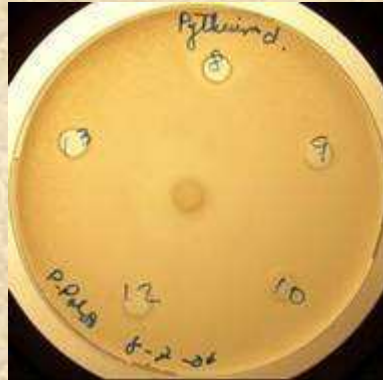
## Género *Bacillus*. Mecanismos de acción

En general funcionan formando una barrera física en la superficie vegetal para prevenir la adherencia del patógeno a la planta. También actúan compitiendo por los sustratos en la superficie del vegetal. Por otra parte producen lipopéptidos que forman micelas mixtas, en la superficie vegetal, que perforan las membranas de las células fúngicas y de las esporas para prevenir su crecimiento. Además actúan como inductor de defensa de la planta a través de la resistencia sistémica, como elicitor, estimulando la producción de fitoalexinas por parte del vegetal. Por último, producen enzimas con actividad hidrolíticas que puede contribuir a su actividad antifúngica, mediante mecanismos de hiperparasitismo

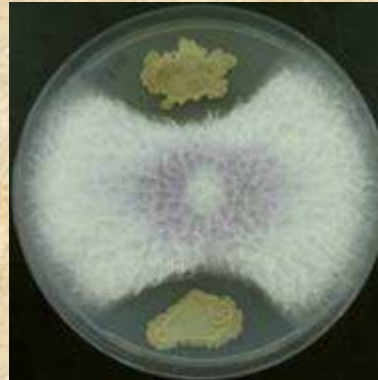
Adicionalmente las PGPR poseen la capacidad de estimular el crecimiento vegetal por diferentes mecanismos tales como solubilización de fosfatos, producción de AIA y la producción de sideróforos. Esto acción refuerza la actividad antifúngica pues proporciona mucha más resistencia al estrés y las enfermedades.

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

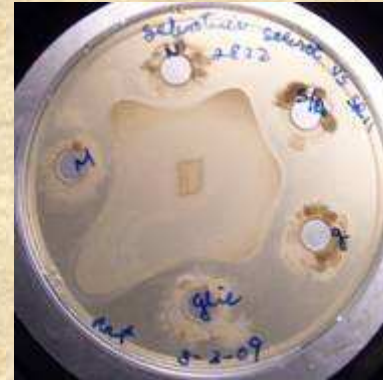
## BIOENSAYOS CON DIFERENTES HONGOS PATÓGENOS



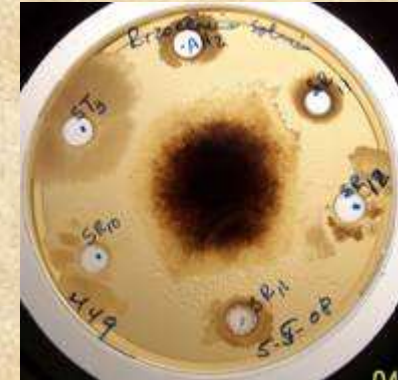
*Bacillus vs Phytium*



*Bacillus vs Fusarium*



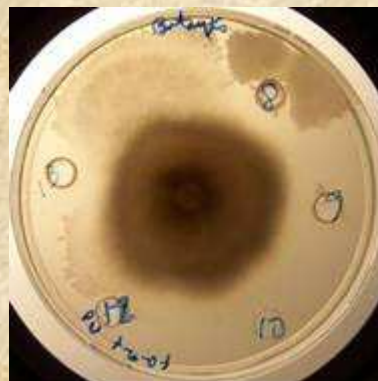
*Bacillus vs Sclerotinia*



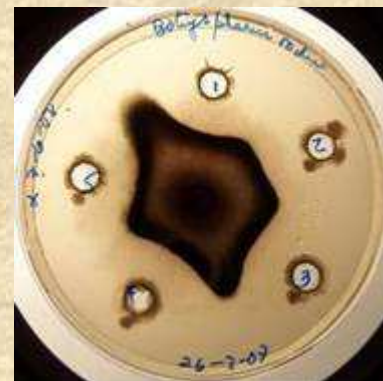
*Bacillus vs Rhizoctonia*



*Bacillus vs Verticillium*



*Bacillus vs Botrytis S*



*Bacillus vs Botryosphaeria*



*Bacillus vs Gibberella S*

**Aislados con actividad antifúngica**

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## MICROORGANISMOS CON ACTIVIDAD NEMATICIDA

En este grupo se encuentran fundamentalmente bacterias y hongos:  
Poseen diferentes mecanismos de acción de acuerdo al grupo microbiano.

Bacterias:

Pueden ser esporógenas o no.

Género *Bacillus*

Es capaz de esporular lo cual le confiere una elevada resistencia. Presenta diferentes mecanismos de acción y es posible lograr efectos sinérgicos muy importantes si se combinan adecuadamente varias cepas lo que contribuye a reforzar su actividad plaguicida

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

Preparado biológico que presenta una potente actividad nematicida y que posee además una elevada capacidad para el control biológico de enfermedades producidas por hongos fitopatógenos, así como la estimulación del crecimiento y el enraizamiento tanto en semilleros, como en viveros, invernaderos y producción vegetal en general.



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## Bionematicidas. Mecanismos de acción

Entre los mecanismos más importantes de actividad nematicida tenemos la producción de toxinas, antibióticos, enzimas hidrolíticos, la competición por nutrientes, la inducción de resistencia sistémica en las plantas, así como la capacidad que presentan algunas de interferir en el mecanismos de reconocimiento planta – patógeno.

Adicionalmente las PGPR poseen la capacidad de estimular el crecimiento vegetal por diferentes mecanismos tales como solubilización de fosfatos, producción de fitohormonas y la producción de sideróforos. Esto acción refuerza la actividad antifúngica pues proporciona mucha más resistencia al estrés y las enfermedades.

# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA

## SELECCIÓN DE BACTERIAS CON ACTIVIDAD NEMATICIDA



# LA BIOFERTILIZACIÓN Y EL CONTROL BIOLÓGICO. ALTERNATIVA Y COMPLEMENTO EN LA AGRICULTURA



Agitador



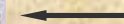
Pre-inóculo



Inóculo



Fermentador producción



Concentración



Secado y/o formulación

Proceso de producción de un producto biológico a base de bacterias