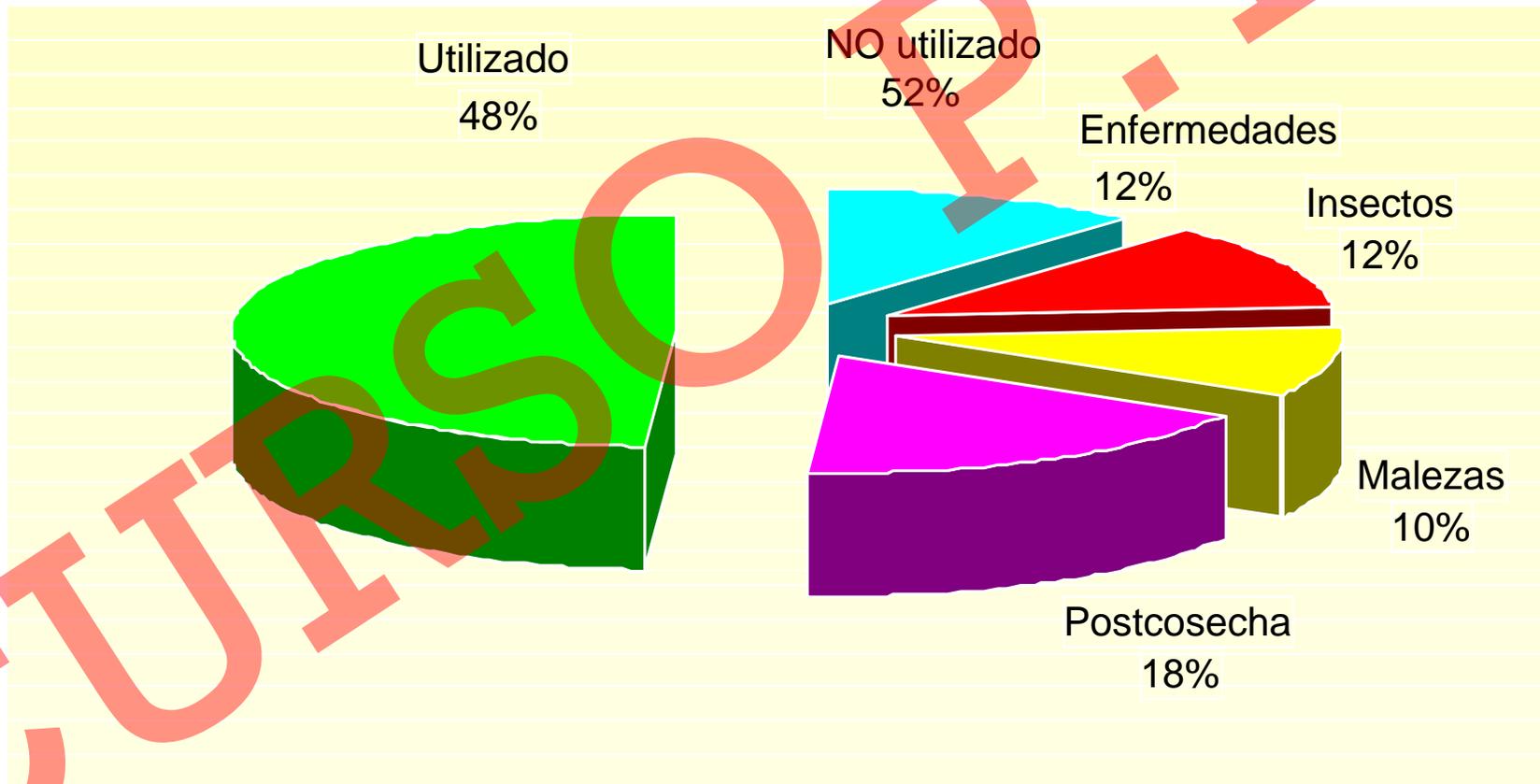


**MANEJO DE  
ENFERMEDADES  
Y NEMÁTODOS  
FITOPARASITOS  
EN SISTEMAS  
ORGÁNICOS**



# Pérdidas estimadas de producción mundial.



# Enfermedades

Son causadas por agentes vivos o infecciosos, tales como:

- Hongos
- Bacterias
- Virus y viroides
- Nemátodos
- Micoplasmas
- Protozoos



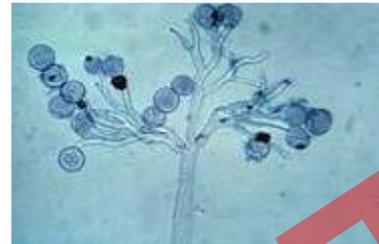
Agrobacterium



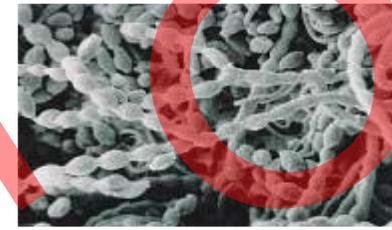
Oidium



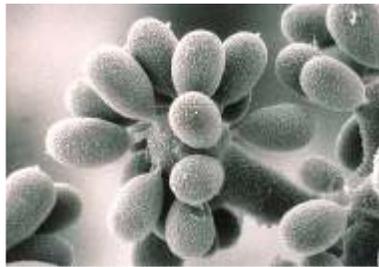
Peronospora



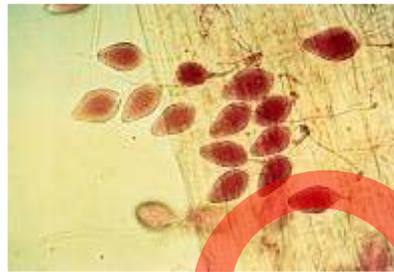
Monilia



Botrytis



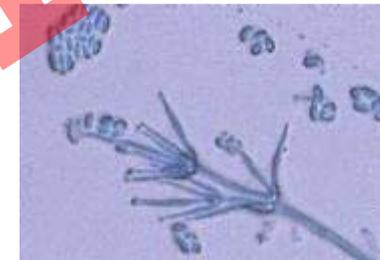
Phytophthora



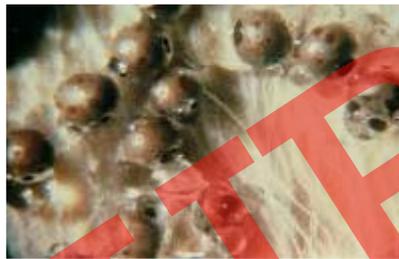
Pythium



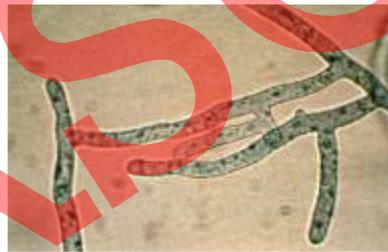
Verticillium



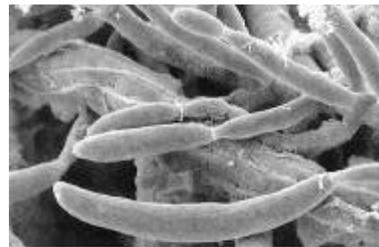
Sclerotium



Rhizoctonia



Fusarium



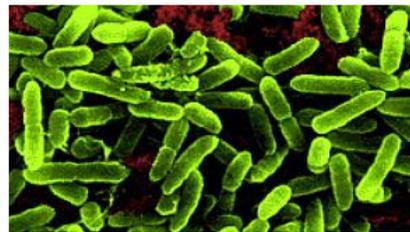
Sclerotinia



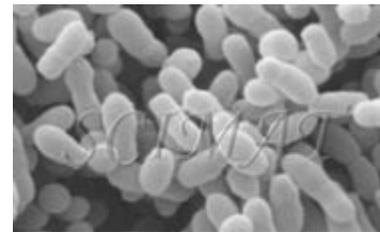
Xanthomona



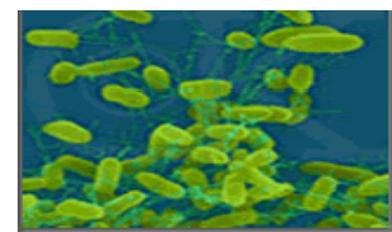
Pseudomona



Erwinia

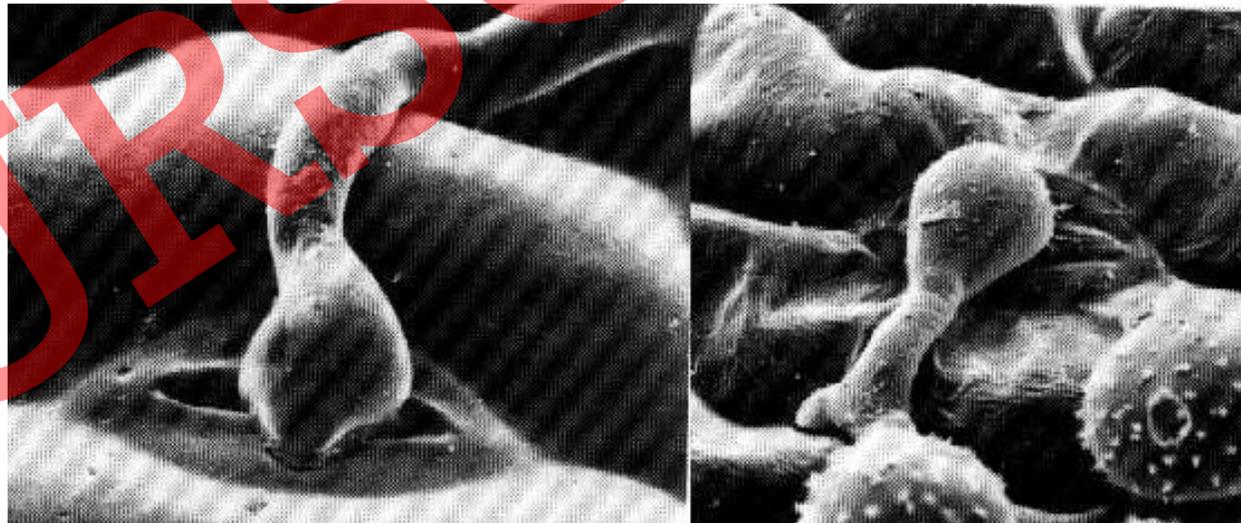


Clavibacter



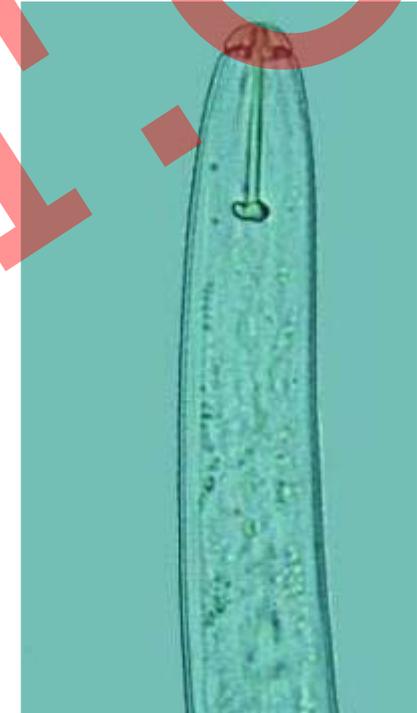
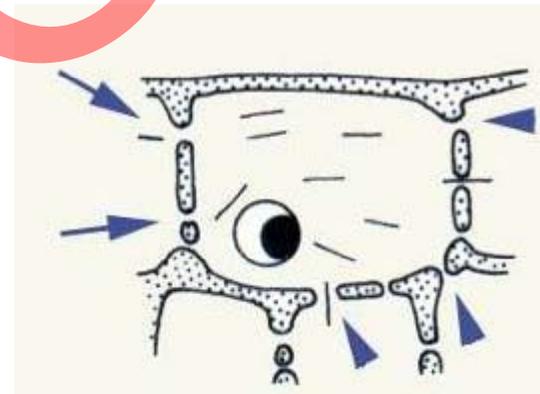
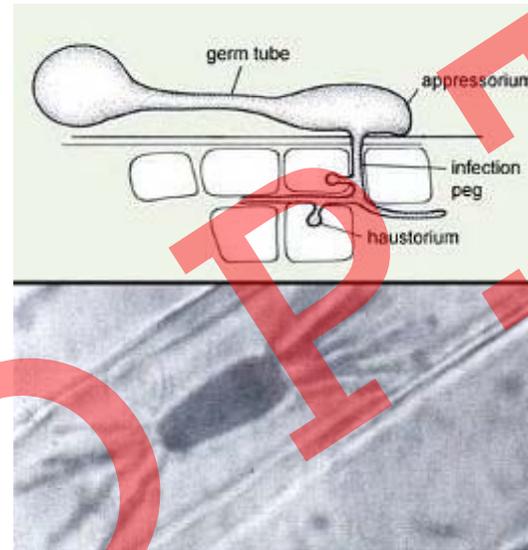
# Como penetran los patógenos a las plantas

- Penetración a través de aberturas naturales y heridas.
- Penetración directa a través de secreción de enzimas y disolución de pared celular.
- Adaptaciones del patógeno.



# Estructuras del patógeno

- Tubo germinativo.
- Apresorio.
- Tubo de penetración
- Haustorios.
- Estilete
- Modificación de plasmidos.



© Myco-UAL

# Como causan enfermedad los patógenos en las plantas

- Producción de reguladores de crecimiento (fitohormonas): auxinas, giberelinas, citokininas, ácido absísico y etileno. Formación de agallas, nódulos, sobrecrecimientos.
- Secreción de enzimas: pectinasas, celulasas, hemicelulasas, ligninasas.
- Producción de toxinas que afectan la permeabilidad de la membrana celular Ej.: tabtoxin y faseolotoxín (*Pseudomonas*), Tentoxín (*Alternaria*), Fusicoccín (*Fusicocum*).



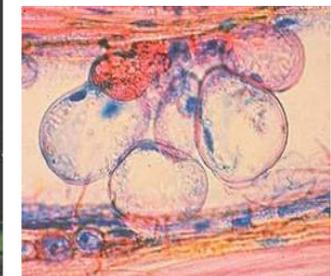
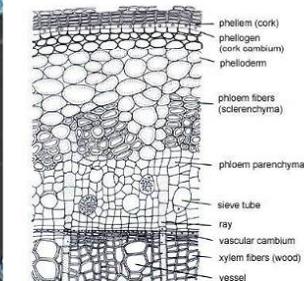
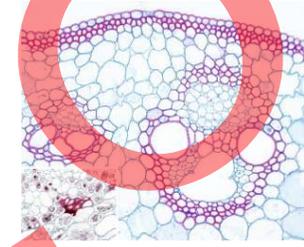
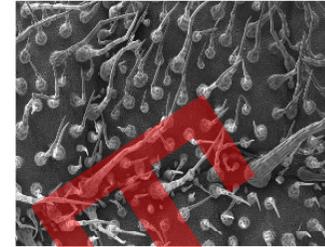
# Como se defienden las plantas de los patógenos

## Defensas estructurales preexistentes

- Cutícula
- Ceras
- Tamaño y posición de estomas
- Tricomas
- Pared celular
- Esclerénquimas

## Estructuras en respuesta a la infección.

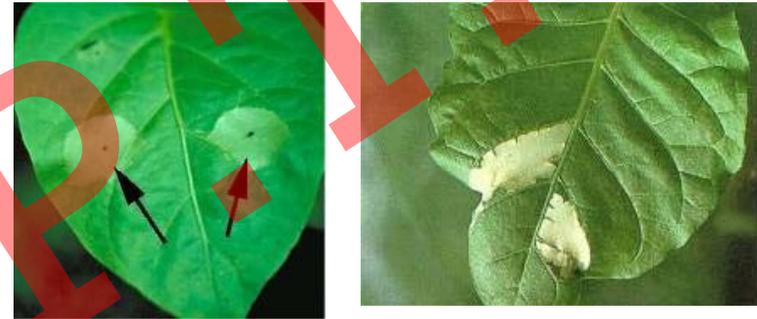
- Estructuras histológicas de defensa
- Formación de corcho
- Capas de absición,
- Tilosas
- Depósitos de goma
- Formación de papila
- Engrosamiento de pared celular



# Como se defienden las plantas de los patógenos

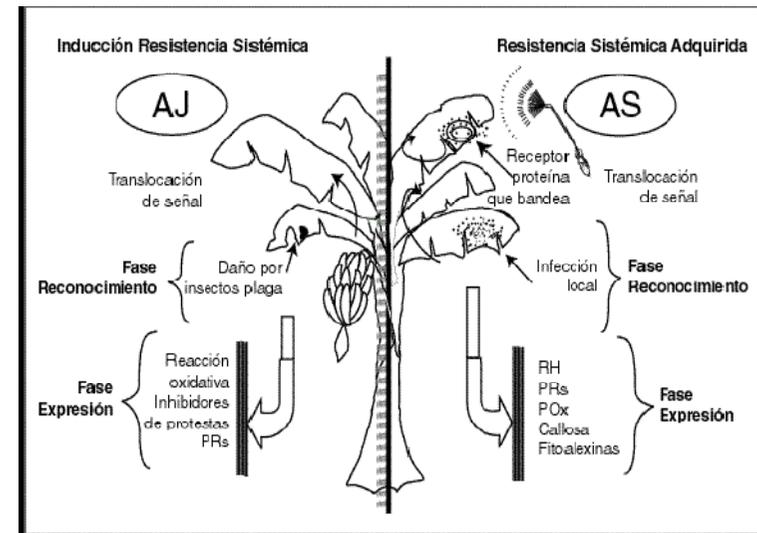
## Reacción de hipersensibilidad (HR).

- Mecanismo natural en respuesta a la infección.
- Se produce en forma localizada.
- La señal es sistémica (resistencia inducida).
- Rápida en desarrollarse (24 a 72 hrs.).
- Baja persistencia.
- Inducible con organismos o compuestos químicos.



## SAR

- Genes de resistencia específicos.
- Inhibidores de enzimas.
- Modificadores de enzimas.
- Péptidos antimicrobianos
- Proteínas de resistencia (PR).
- Fitoalexinas.
- Inducible con organismos o compuestos químicos.
- *Trichoderma*, *Pseudomonas*



# Inducción de resistencia (SAR)

Nombre comercial	Origen	Control de:
Actigard	Benzothiadiazole	Varios
Bion 50	Derivado de benzothiadiazole	Varios
Blockade	Compuesto sintético	Mildiu
Actinovate	<i>Streptomyces lydicus</i>	Patógenos de suelo
AQ 10	<i>Ampelomyces quisqualis</i>	Oidio
Aspire	<i>Candida oleophila</i>	Botrytis
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i>	Varios
Yield shield	<i>Bacillus pumilus</i>	Patógenos de suelo
Messenger	Harpin de <i>Erwinia amylovora</i>	Varios
Oxycom	Acido salicílico	Varios
Aspirina	Acido acetilsalicílico	Varios

# Principales hongos patógenos del suelo

• *Alternaria*,

• *Botrytis*,

• *Cylindrocarpon*,

• *Fusarium*,

• *Penicillium*,

• *Phytophthora*

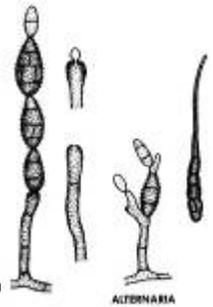
• *Pythium*

• *Rhizoctonia*

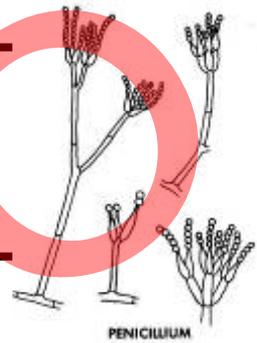
• *Sclerotinia*

• *Sclerotium*

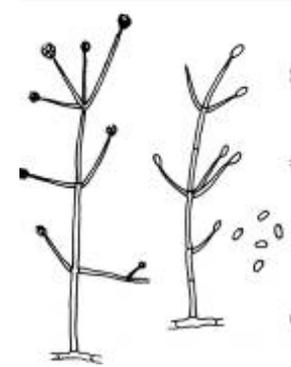
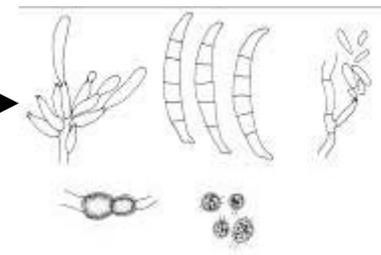
• *Verticillium*.



ALTERNARIA



PENICILLIUM



# Métodos orgánicos de control de enfermedades

- **Regulatorios**

Cuarentenas  
Certificaciones  
Erradicaciones

- **Culturales**

Material libre de patógenos  
Rotaciones  
Sanitización  
Drenaje  
Camellones  
Enmiendas  
Deshoje

- **Físicos**

Cubiertas físicas  
Calor  
Luz UV  
Atmósfera controlada y modificada  
Inhibidores de biofilm

- **Biológicos**

Variedades resistentes  
Control biológico

- **Químicos**

Resistencia adquirida sistémica (SAR)  
Productos permitidos (NCh 2439)

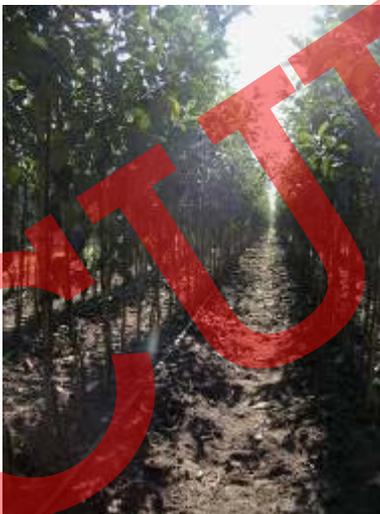
# Variedades resistentes

El método de mejor costo/efectividad de control de enfermedades



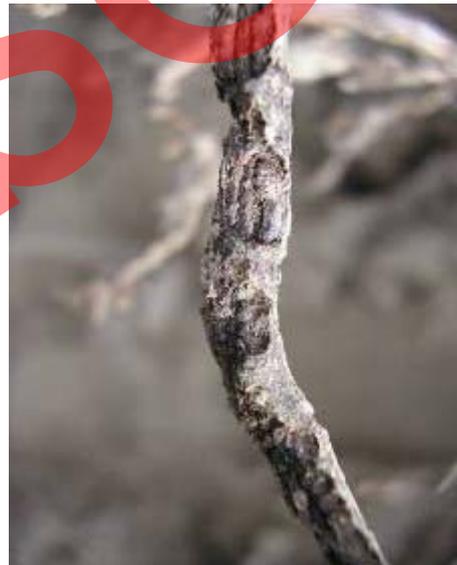
# Material libre de enfermedades

Regulaciones a viveros y  
semilla certificada o tratada  
con agentes biológicos.



# Control de otros organismos

Tales como aquellos que facilitan el ingreso y desarrollo de enfermedades

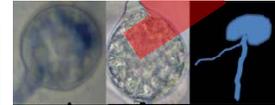


# Crear ambientes adverso a enfermedades



Evitar excesos de humedad y emboscamientos.

La acumulación de agua en el suelo asfixia las raíces y favorece el desarrollo de patógenos del suelo.



La remoción de hojas mejora la ventilación.

# Camellones

El uso de camellones aleja el exceso de agua en las raíces.

Aumenta el área de suelo

Mayor grado de ventilación

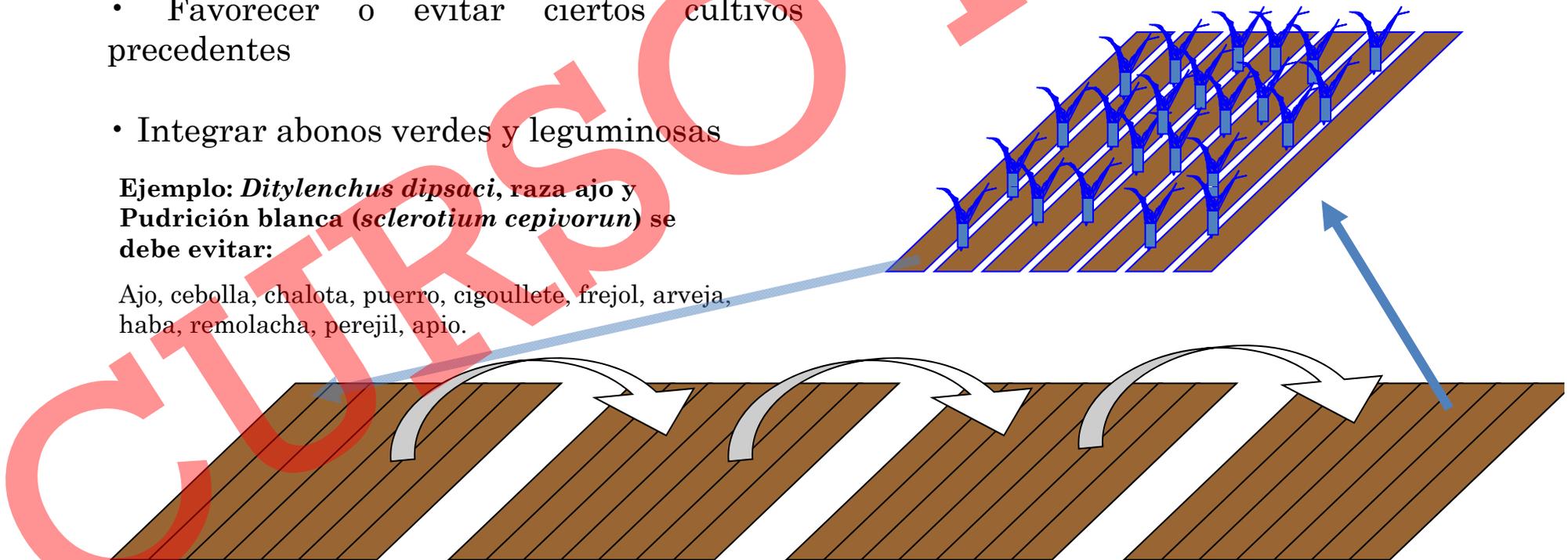


# Rotaciones

- Intercalando cultivos de diferentes familias y evitando repetirlos cada 3 o 4 años. Para enfermedades del suelo la rotación es crítica para evitar el aumento de inóculo.
- Sucesión de plantas con sistemas radicales y exigencias distintas.
- Alternar familias de plantas
- Favorecer o evitar ciertos cultivos precedentes
- Integrar abonos verdes y leguminosas

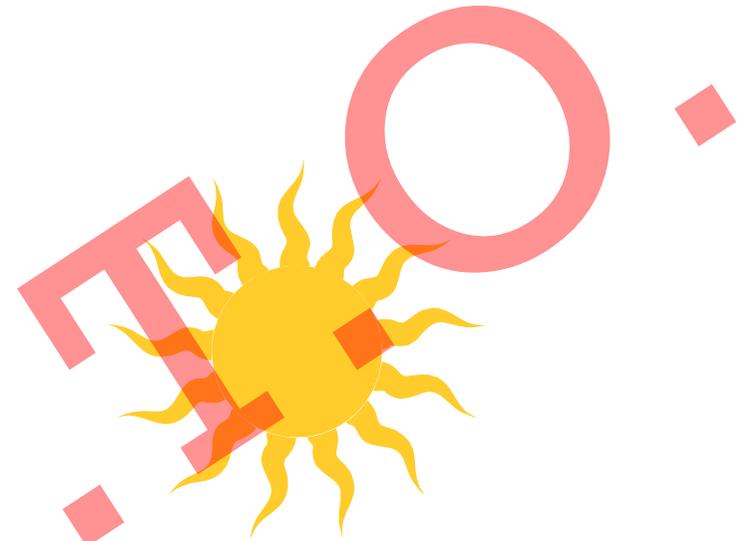
Ejemplo: *Ditylenchus dipsaci*, raza ajo y Pudrición blanca (*sclerotium cepivorun*) se debe evitar:

Ajo, cebolla, chalota, puerro, cigoulette, frejol, arveja, haba, remolacha, perejil, apio.



# Solarización

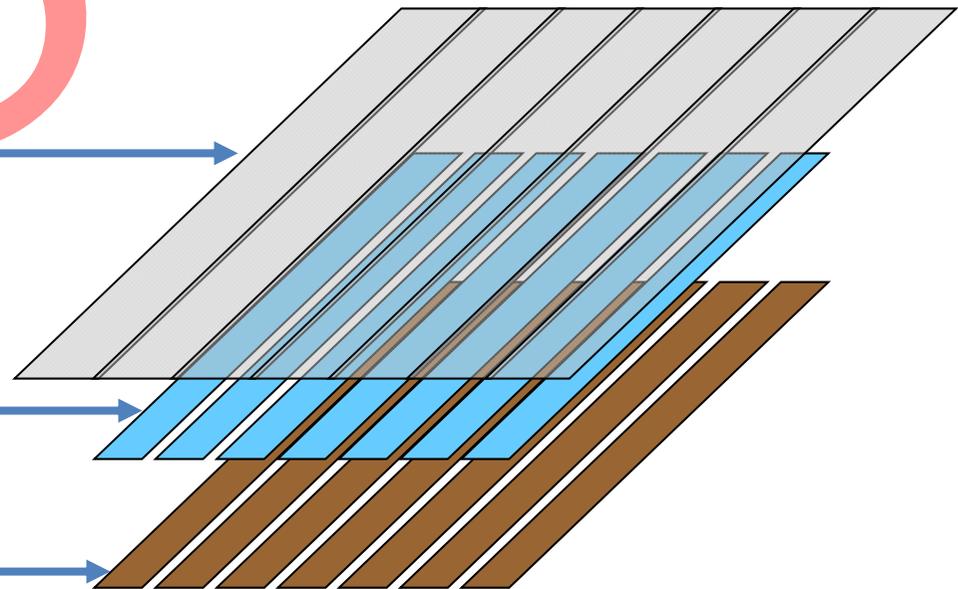
Captura de la radiación solar para aumentar la temperatura del suelo y causar cambios químicos, físicos y biológicos.



Plástico transparente

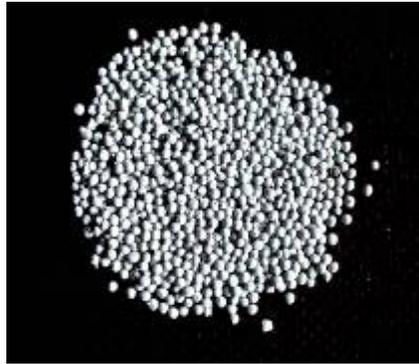
Saturación con agua

Suelo mullido

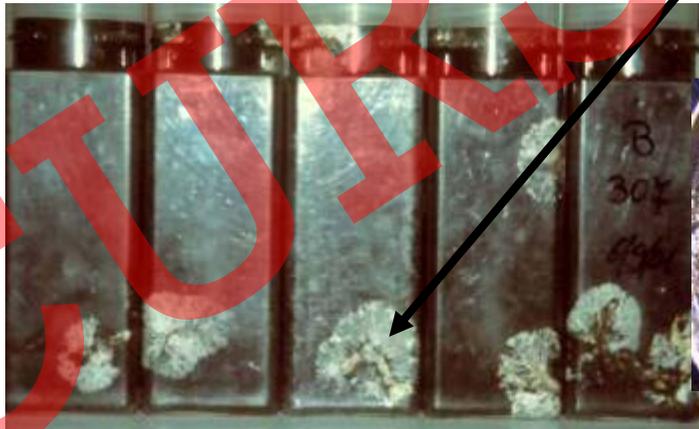
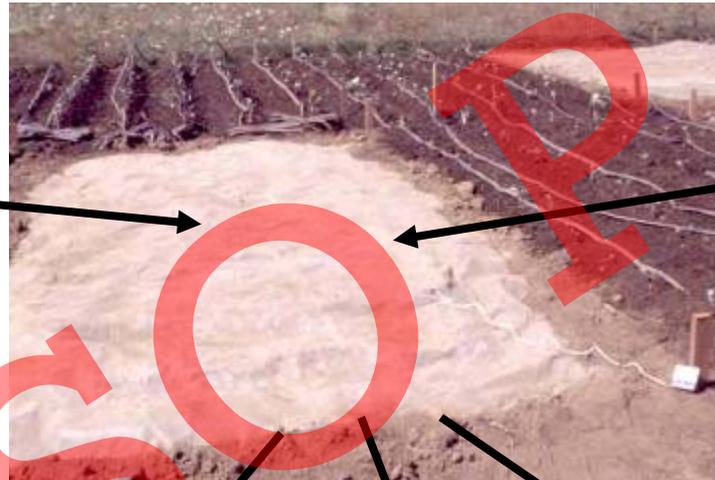


# Combinación de solarización y control biológico

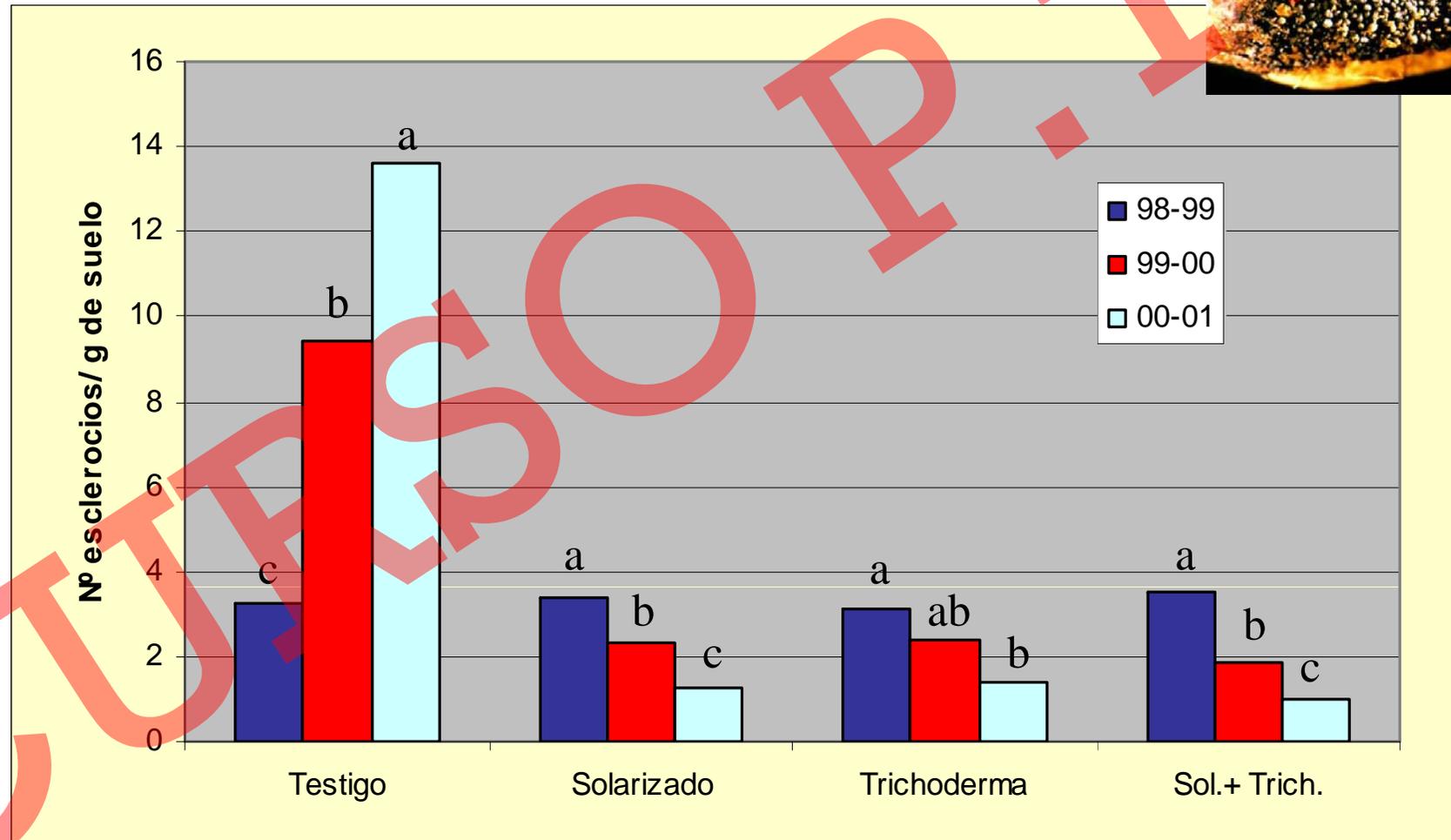
Formulación pellets

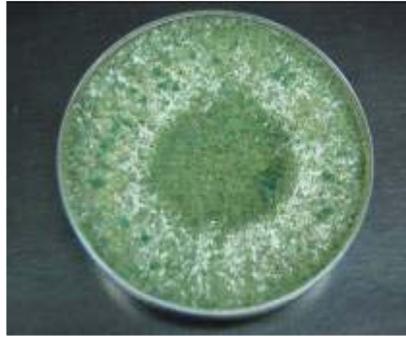


Formulación esporas secas



# Efecto de la combinación de solarizado y *Trichoderma harzianum* sobre la densidad de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* en ajo



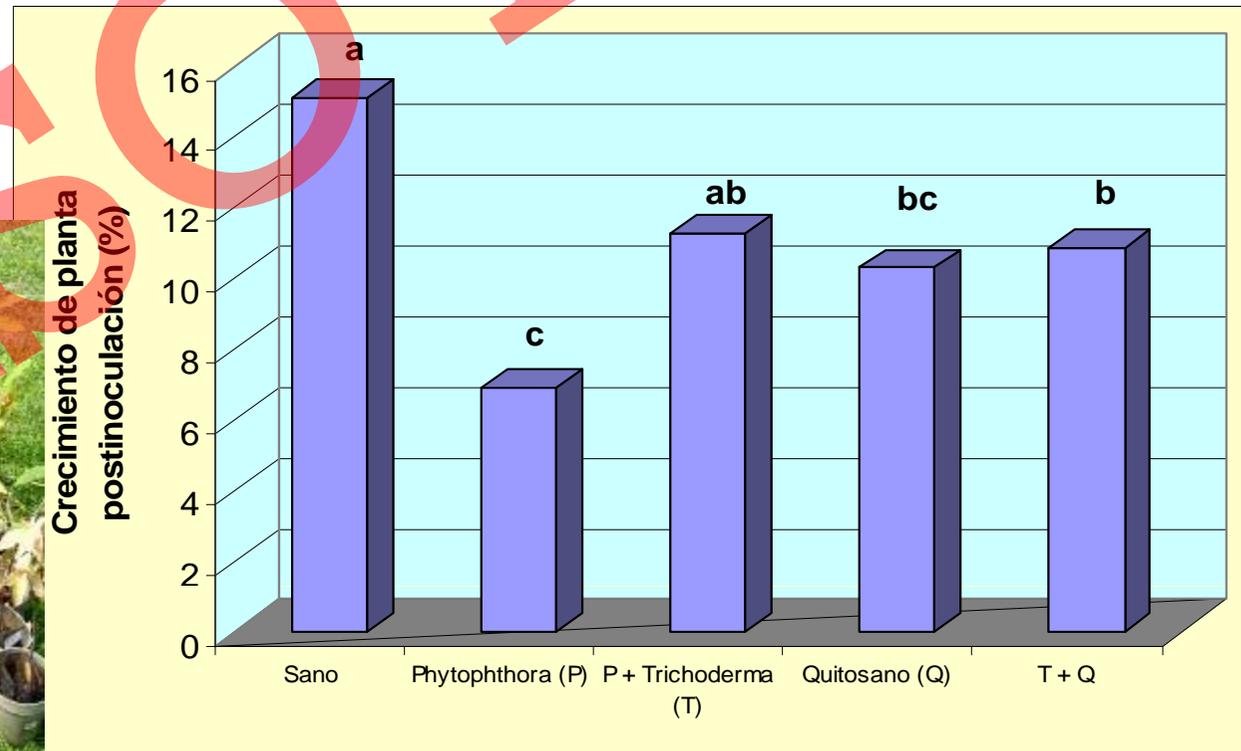
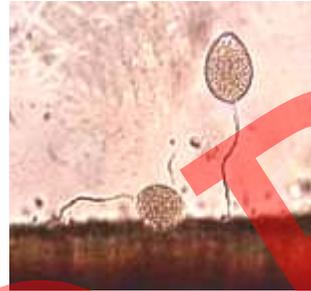


*Trichoderma*



CTRSO P.T.O.

# Efecto de *Trichoderma* y Quitosano sobre *Phytophthora cinnamomi* en castaño



# Cubiertas

Las cubiertas ayudan a controlar malezas y algunas enfermedades.



# Cubiertas

- VIVAS. Aceptables pero no a inicio de plantación y evitando huéspedes alternantes.
- CORTEZA. Controla enfermedades, en particular *Phytophthora*. La mejor de todas cuando es fresca.
- ASERRÍN. Si está fresco causa hambre de nitrógeno y toxicidad de Mn. Si contiene chips de madera puede transmitir *Ophiostoma*.
- ACÍCULA. Transmite *Pestalotia*.
- PAJA. Patológicamente aceptable pero atrae ovipostura de Coleópteros y el peligro de incendio.
- TELA PLÁSTICA. Permite ventilación pero puede facilitar desarrollo de *Phytophthora*.
- PLASTICO. Produce alta temperatura del suelo, mata raicillas superficiales, favorece el desarrollo de *Phytophthora* y *Macrophomina*.



# Eliminación de residuos

Parte de la sanitización  
de los huertos



# Materia orgánica

- Incrementa la densidad y actividad de los microorganismos en el suelo
- Reduce la densidad de la población de patógenos en el suelo
- Estabiliza la estructura del suelo y mejora la aireación e infiltración del agua
- Suministra sustancias que fortalecen los mecanismos de autodefensa de la planta

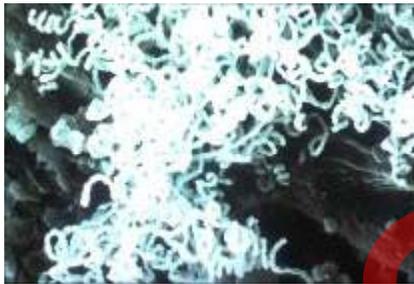


# Uso de compost

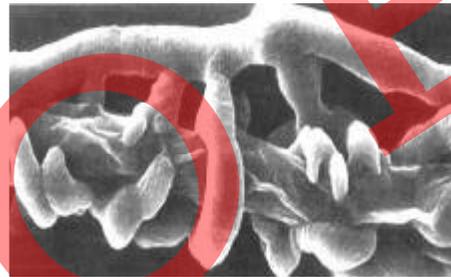
## Norma Chilena NCh 2880

Proliferación de organismos benéficos:

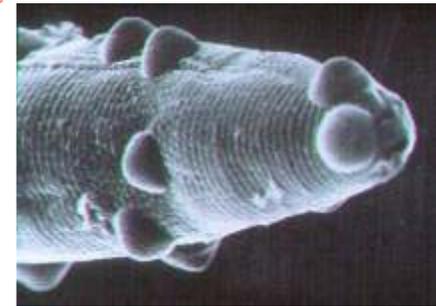
**Actinomicetes**



**Hongos**



**Bacterias**



**Nemátodos**



**Colembolas**



**Acaros**



# Productos permitidos (NCh 2439)

Producto	Efecto	Control de:
Aceites	Barrera física y al oxígeno	Botrytis, Oidio, Mildiu
Acidos	Cambio brusco del pH	Phytophthora, Pythium
Alcoholes	Deshidratación	Desinfección superficial
Algas y sales marinas	Estimula crecimiento y RI	Patógenos de suelo
Atmósfera controlada	Menor metabolismo	Patógenos postcosecha
Azufre	Reemplazo de oxígeno	Varios
Bicarbonatos	Inhibe germinación esporas	Oidios, Botrytis
Caldo Bordelés	Denaturación proteínas	Mildiú, royas, bacteriosis
Caldo Borgoñón	Denaturación proteínas	Mildiú, royas, bacteriosis
Jabón	Descomponer proteínas	Desinfección de manos
LUV	Daño en ácidos nucleicos	Patógenos postcosecha
Cúpricos	Denaturación proteínas	Mildiú, royas, bacteriosis
Permanganato K	Caústico	Desinfección herramientas
Polisulfuro Ca	Reemplazo de oxígeno	Varios
Propóleos	Antibiosis	Varios
Temperatura	Coagulación proteínas	Desinfección sustratos
Vinagre	Cambio brusco del pH	Phytophthora, Pythium

**Tabla 2.** Biofungicidas que contienen como materia activa bacterias o hongos, comercializados en diferentes países.

AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO (ACB)	Tipo de ACB	PATOGENO	PRODUCTOS COMERCIALES
<i>Pseudomonas cepacia</i> (=Burkholderia)	Bacteria	Hongos ( <i>Fusarium</i> , <i>Phytilum</i> , <i>Rhizoctonia</i> ) / nematodos	Blue Circle (Stine Seeds), Deny (CTT Corp.), Intercept (Encore Technologies)
<i>P. fluorescens</i>	Bacteria	Damping-off / <i>Pseudom. tolaasii</i> (Conquer, Victus)	Conquer (Mauri Foods), Victus (Sylvan Spawn),
<i>P. syringae</i> ESC-10, ESC-11	Bacteria	Postcosecha <i>Botrytis</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Geotrichum</i>	Bio-save 100 y 1000, Bio-save 110 (Eco-Science)
<i>P. chlororaphis</i>	Bacteria	<i>Fusarium</i> , entre otros	Cedomon (BioAgri)
<i>P. aureofaciens</i> cepa Tx-1	Bacteria	Antracnosis, <i>Phytilum</i> , <i>Microchium</i>	Spot-Less (Eco Soil Systems, Inc.)
<i>Bacillus subtilis</i>	Bacteria	<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Aspergillus</i> entre otros	HiStick N/T (MicroBio Group), Serenade (AgraQuest, Inc.)
<i>B. subtilis</i> F7R74	Bacteria	<i>Fusar</i> , <i>Rhizoct</i> , <i>Altern</i> , <i>Sclerot</i> , <i>Verticil</i> , <i>Strept</i>	Rhizo-Plus, Rhizoplus Konz (KF7R Bioteknik)
<i>B. subtilis</i> GBO3	Bacteria	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> y más	Kodiak (Gustafson), Bactophyt (NPO Vector) System 3 (Helena Chemical)
<i>B. subtilis</i> GB07	Bacteria	Patógenos de plántulas	Epic (Gustafson)
<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61	Bacteria	<i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Phytilum</i>	Mycostop (Kemira Agro Oy)
<i>S. lydicus</i>	Bacteria	<i>Fusarium</i> , <i>Phytilum</i> , <i>Rhizoctonia</i>	San Jacinto Environmental Suppliers
<i>Trichoderma polysporum</i> + <i>T. harzianum</i>	Hongo	<i>Gaeumannomyces graminis</i> , podredumbres del cuello	BINA3 T (BINA3 USA, Inc.)
<i>T. harzianum</i> cepa KRL-AG2	Hongo	<i>Phytilum</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i>	T-22G, T-22HB (Bioworks),
<i>T. harzianum</i>	Hongo	<i>Botrytis</i> , <i>Collectotrichum</i> , <i>Fulvia</i> , <i>Monilia</i> , y más	F-Stop (Eastman Kodak), Supresivit (Borregaard Bio Plant) *
<i>T. harzianum</i> + <i>T. viride</i>	Hongo	<i>Armillaria</i> , <i>Botryosphaeria</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Nectria</i> y más	Trichomic (Trichodex), Trichopel, Trichoject, Trichodowels, Trichoseal**
<i>T. viride</i>	Hongo		EcoSOM (SOM Phytopharma), Trieco (Ecosense Labs)
<i>T. ligonorum</i>	Hongo	<i>Fusarium</i> sp.	Thrichodermin-3 (compañía rusa y búlgara)
<i>T. spp</i>	Hongo	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytilum</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Fusarium</i> .	Promot (J. H. Eitech, Inc.), Trichopel (Agrimm Biologicals) ***
<i>Ampelomyces quisqualis</i> aislado M-10	Hongo	Oídio	AQ1C Biofungicide (Ecogen)
<i>Talaromyces flavus</i> V117b	Hongo	<i>Verticillium dahliae</i> , <i>V. albo-atrum</i> , <i>Rhizoctonia</i>	Protus WG (Prophyta)
<i>Gliocladium virens</i> GL 21	Hongo	Damping off, <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> spp.	SoilGard - GlioGard (Thermo Triology)
<i>G. catenulatum</i>	Hongo	<i>Phytilum</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Didymella</i>	Primastop (Kemira Agro Oy)
<i>Fusarium oxysporium</i> (no patógeno)	Hongo	<i>Fusarium oxysporium</i> , <i>Fusarium moniliforme</i>	Biofox C (SIAPA-Italia), Fusaclean (Natural Plant Protection)
<i>Pythium oligandrum</i>	Hongo	<i>Phytilum utimum</i>	Polygandron (Biopreparaty Ltd.)
<i>Phlebiopsis gigantea</i>	Hongo	<i>Heterobasidium annosum</i>	Rotstop, P.g. Suspension (Kemira Agro Oy)
<i>Coniothyrium minitans</i>	Hongo	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Coniothyrin (Compañía rusa), Contans (Encore Technologies), KONI (Bioved)
Micorriza	Hongos	<i>Botrytis</i> , <i>Pythium</i>	Vaminoc (AGC Microbiol)
<i>Candida oleophila</i> I-182	Levadura	Postcosecha <i>Botrytis</i> spp., <i>Penicillium</i>	Aspire (Ecogen)

Biobactericidas			
<i>Agrobacterium radiobacter</i> cepa K84	Bacteria	Tumores de cuello ( <i>Agrobacterium tumefaciens</i> )	Gallitrol-A (AgBioChem), Diegall (Bio-Care Technologies)*
<i>A. radiobacter</i> cepa 1026	Bacteria	Tumores de cuello ( <i>Agrobacterium tumefaciens</i> )	Nogall (Bio-Care Technology)
<i>Pseudomonas solanacearum</i> no patógeno.	Bacteria	<i>Pseudomonas solanacearum</i> patógena	PSSOL (Natural Plant Protection)
<i>P. fluorescens</i> A 506	Bacteria	Heladas, <i>Erwinia amylovora</i>	BlightBan A506 (Plant Health Technologies)
Bacteriófago	Bacteriófago	<i>Pseudomonas tolaasi</i>	Phagus (Natural Plant Protection)

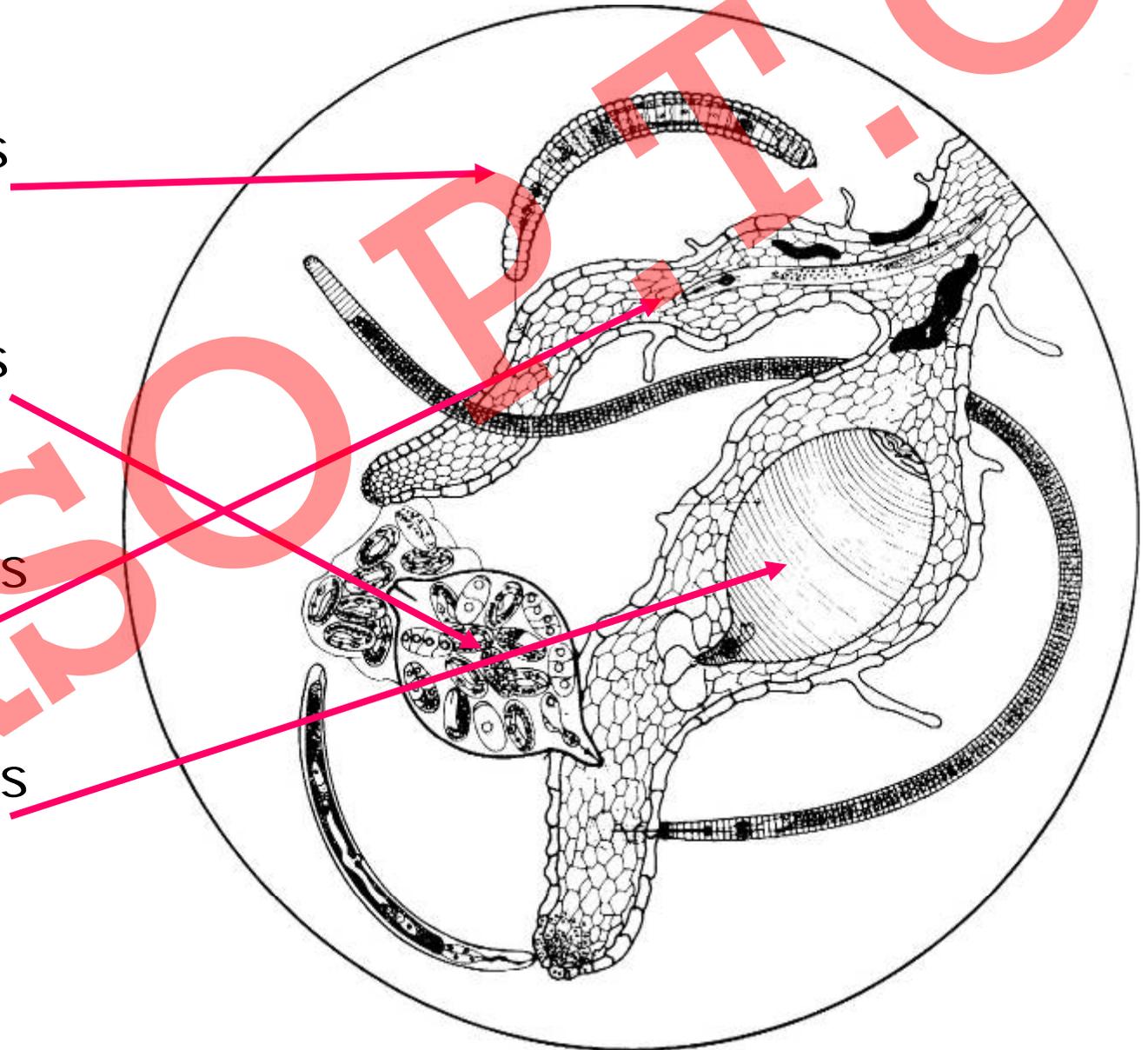
# Nemátodos Fitopatógenos

- Organismos microscópicos
- Habitantes del suelo y de tejidos vegetales
- Típicamente fusiformes, pero algunas especies presentan dimorfismo sexual
- Cuerpo recubierto por cutícula y capa muscular que permite movimiento ondulatorio
- Boca provista de estilete con el cual perforan las paredes celulares e inyectan “saliva”
- Reproducción normalmente sexual,
- Estadío infeccioso generalmente J2



# Tipos de parasitismos en raíces

- Ecto parásitos migratorio
- Ecto parásitos sedentarios
- Endo parásitos migratorios
- Endo parásitos sedentarios



## Síntomas en la parte aérea

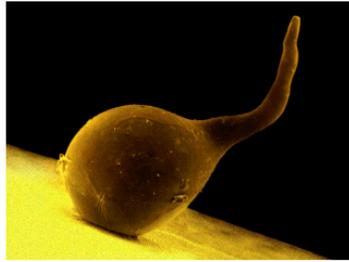
- Clorosis en las hojas
- Aborto de flores
- Enanismo
- Desarrollo anormal de verticilos florales y brotes pequeños
- En las horas de mayor calor las plantas afectadas tienden a marchitarse, reduciéndose su capacidad para soportar sequías..
- Menor nivel de producción y baja calidad de cosecha
- Muerte de plantas.



## Síntomas en la raíz

Limitado desarrollo radical de la planta  
Lesiones y necrosis en raíces (Pratylenchus, Paratylenchus)  
Nódulos, agallas, vesículas, hipertrofia (alargamiento excesivo de células), hiperplasia (proliferación de células), deformaciones y abultamientos en raíces (Meloidogyne, Xiphinema)  
Retorcimientos y excesiva ramificación de raíces  
En algunos casos la corteza de las raíces presenta lesiones, pudrición y obscurecimiento (Pratylenchus)

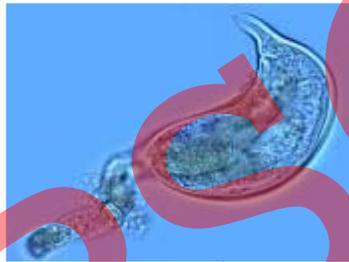
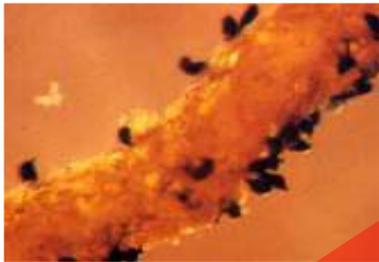




*Meloidogyne* (Nemátodo agallador)



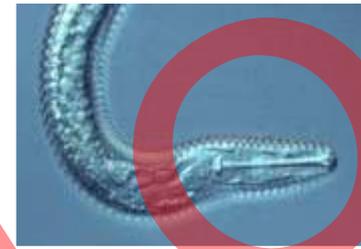
*Pratylenchus* (Nemátodos de las lesiones radiculares)



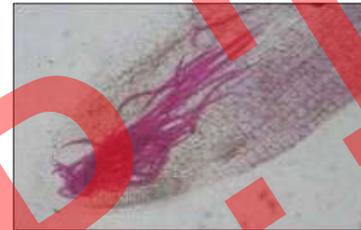
*Tylenchulus semipenetrans* (Nemátodo de los cítricos)



*Xiphinema* (nematodos daga)  
Principales especies: *X. americanum* y *X. index*.



*Criconema* y *Mesocriconema*



*Paratylenchus* (Nemátodo alfiler)



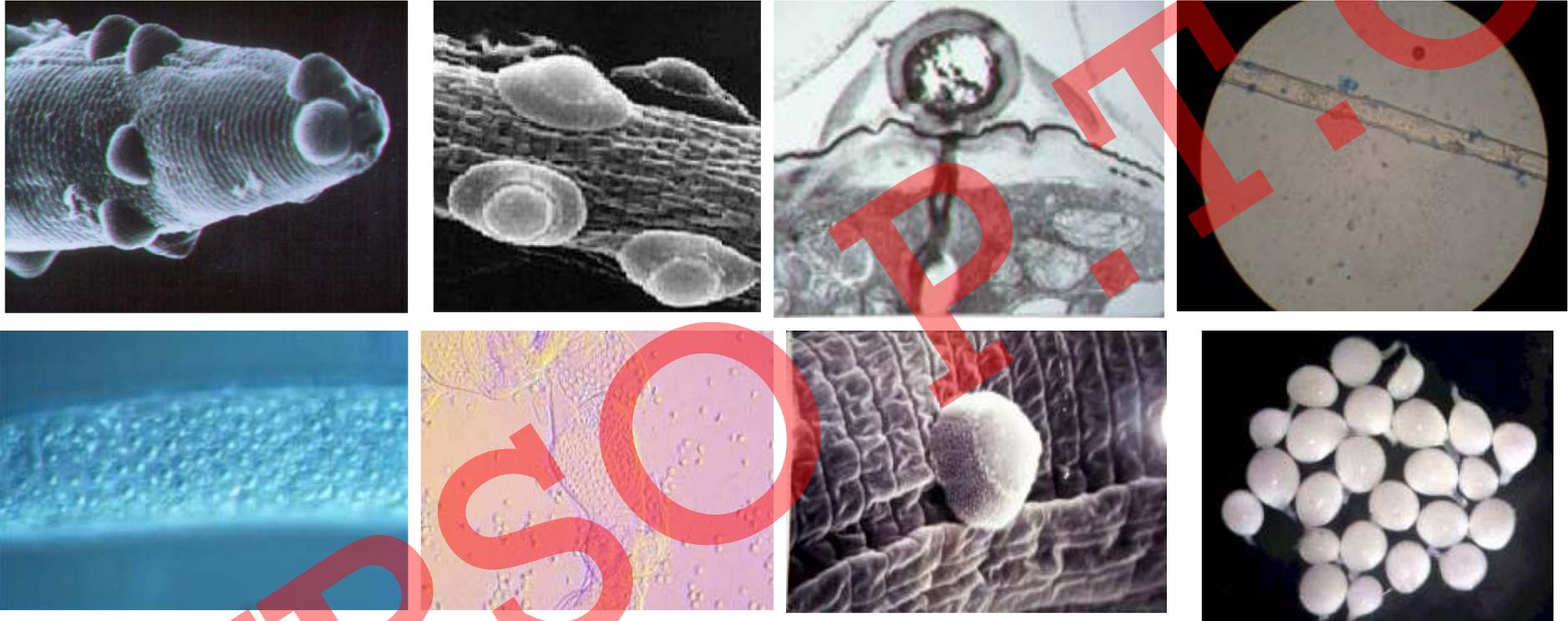
*Helicotylenchus*



GLOBODERA y HETERODERA (Nemátodo de los quistes)

# Control Biológico de Nemátodos

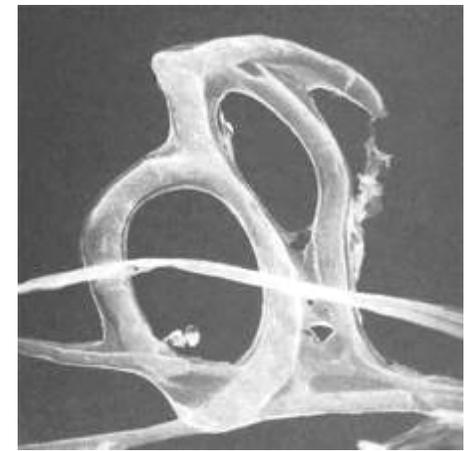
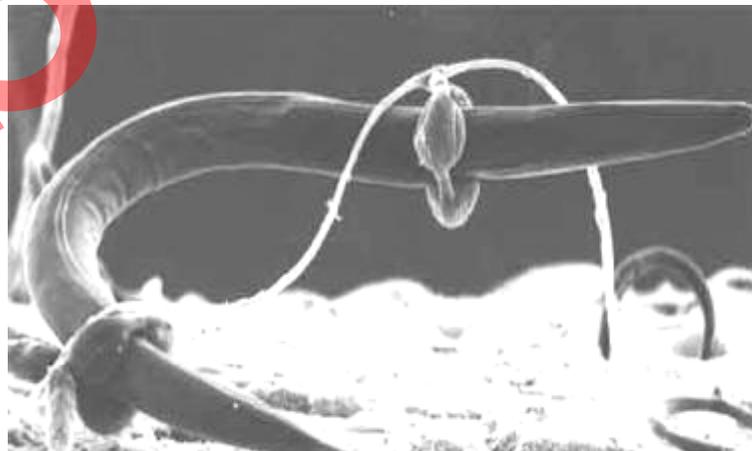
## *Pasteuria penetrans*



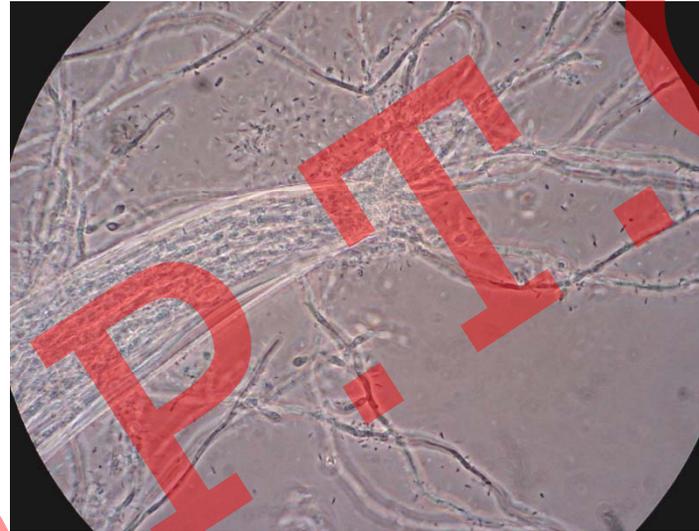
- HeberNem®, agente activo: *Tsukamurella paurometabola* (Steinhaus) cepa C924, efectiva en el control de *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* spp.
- BioSafe y BioNem, productos basados en *Bacillus firmus* para control de *Meloidogyne* sp.

# Control Biológico de Nemátodos

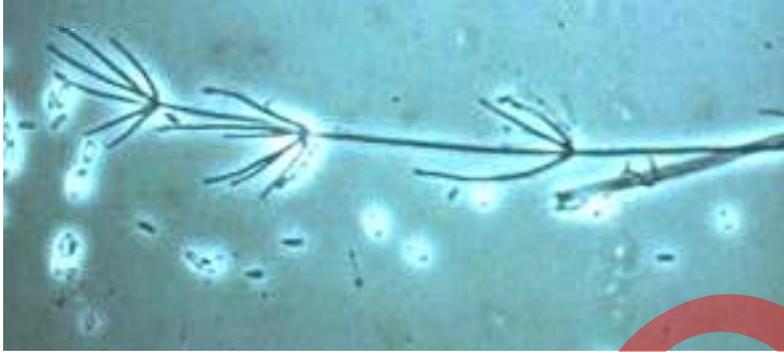
Hongos atrapadores de nematodos *Arthrobotrys* y *Monacrosporium*.



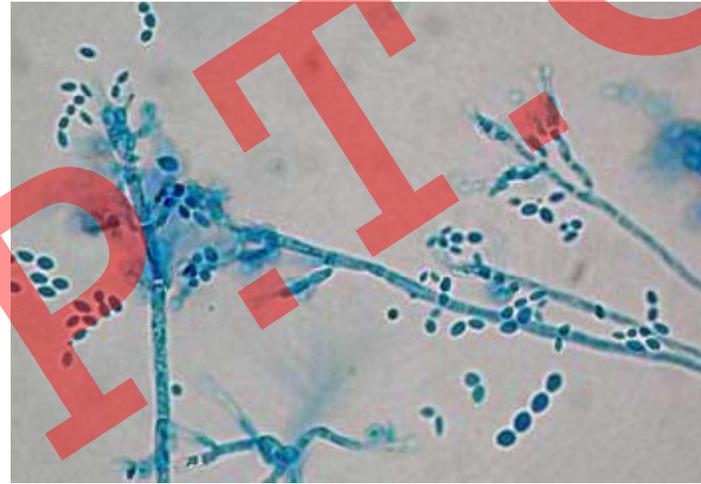
# Hongos endoparasitos



***Verticillium***



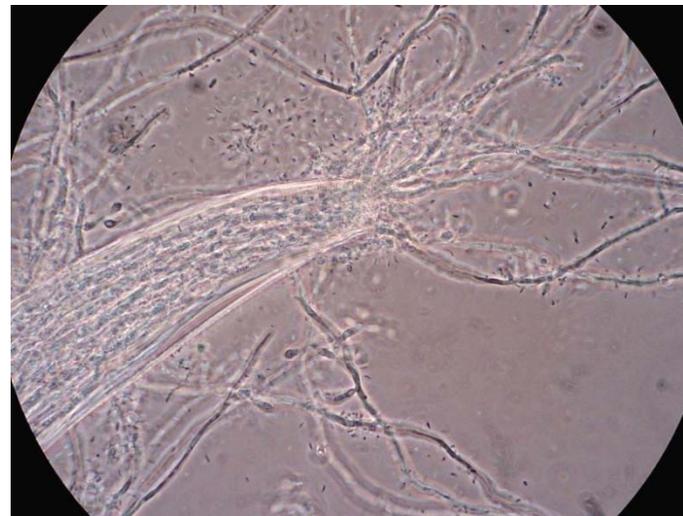
***Paecilomyces***



***Hirsutella***



***Dactylella***



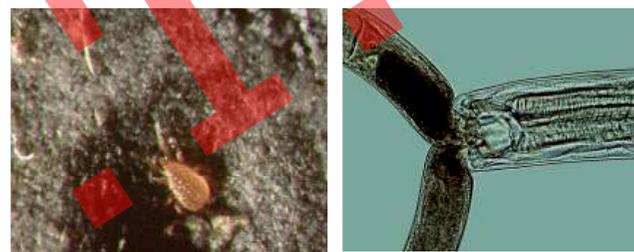
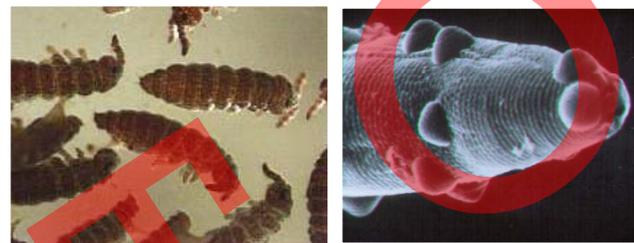
## 1. Hongos parásitos de huevos



*Paecilomyces lilacinous*, *Dactylella oviparasitica* are also egg parasites.

# Compost: competencia biológica

- Aumento de la masa microbiana
- La materia orgánica aporta nutrientes y organismos que ayudan a controlar los nemátodos.
- Nemátodos, fuente de Carbono y Nitrógeno para el desarrollo de microorganismos.
- En un compost bien preparado no existen nemátodos parásitos de plantas, por el contrario, los organismos presentes los eliminan.
- Para mantener este reservorios de organismos antagonistas es fundamental mantener altos niveles de materia orgánica en el suelo.



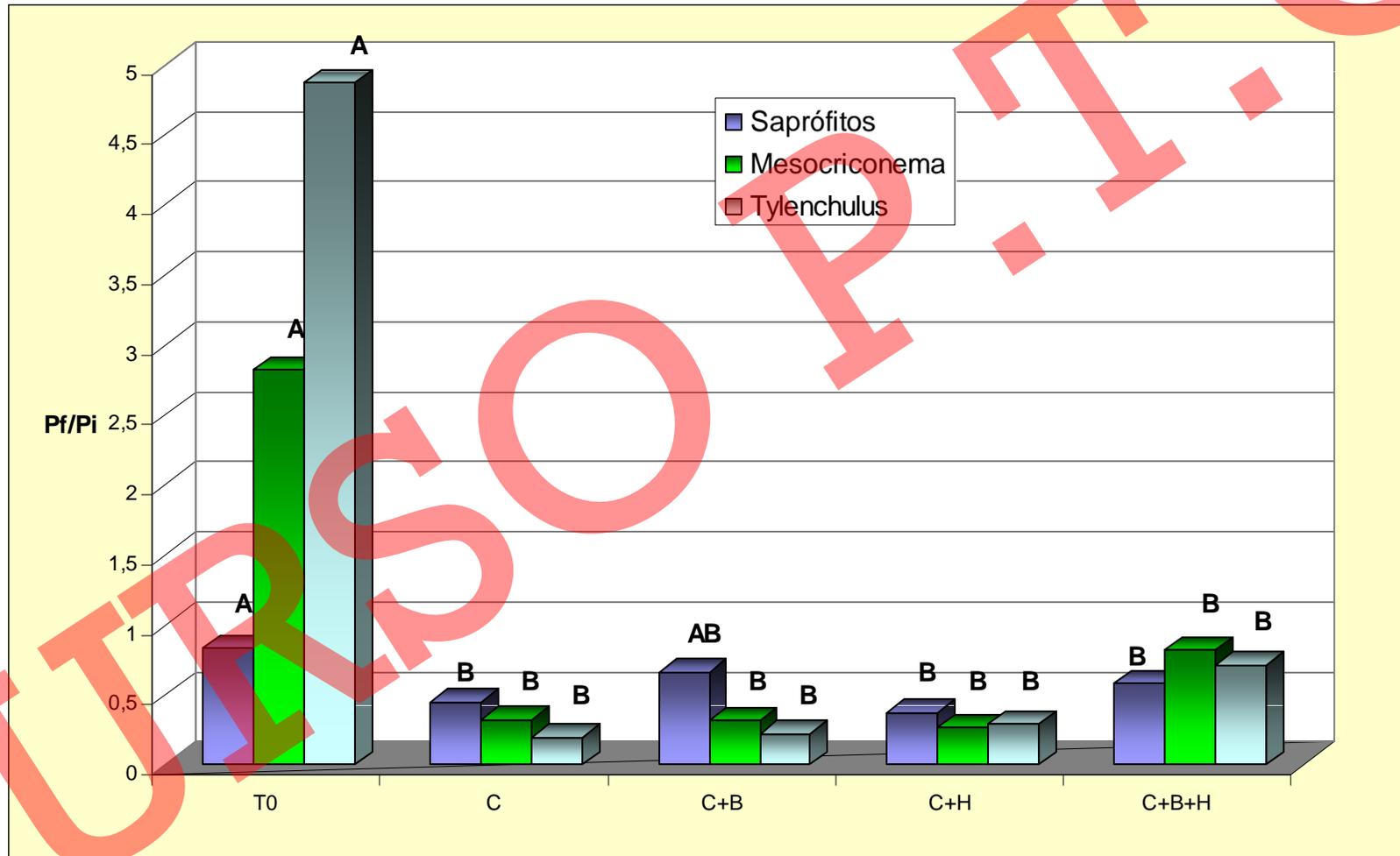
Nematodos Predadores = Materia orgánica=compost



CURSOS

P.T.O.

**Relación entre población final (Pf) e inicial (Pi) de saprófitos, *Mesocriconema* y *Tylenchulus* en Sultaninas tratadas con compost (C), + bacterias (B), + hongos (H) y B + H. Mostazal.**



\*Letras distintas indican diferencias estadísticas para cada nemátodos, prueba de Fisher. (P ≤ 0,05)

# Nematicidas orgánicos

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
Di Tera	<i>Myrothecium verrucaria</i>	Toxina fungosa de contacto
QL Agri 35	Extracto de quillay	Saponinas, taninos y polifenoles de contacto
Biorend	Quitosano	Inductor de flora quitinolítica
Biostat WP	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Parásito de huevos y adultos

Tabla 3. Bioherbicidas, biobactericidas y bionematicidas formulados a partir de bacterias o hongos, comercializados en diferentes países.

AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO (ACB)	Tipo de ACB	PATOGENO	PRODUCTOS COMERCIALES
<b>Bionematicidas</b>			
<i>Mirothecium verrucaria</i>	Hongo	Nematodos	DiTera (Abbott)
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Hongo	Nematodos	Paecil = Bioact (Technological Innovation Corporation)
<i>Bacillus firmus</i>	Bacteria	Nematodos agalladores ( <i>Meloidogyne</i> sp)	BioNem, BioSave (Minrav Infrastructures)

