

# CURSO INTERNACIONAL: TEORÍA Y APLICACIÓN DEL CONTROL

**BIOLÓGICO.** Coordinadores del Curso: Julio S. Bernal, J. Refugio Lomeli , Héctor González



Dra. Raquel Alatorre Rosas

## *Actividades actuales:*

- *Profesor Investigador Titular del Postgrado de Fitosanidad: Entomología y Acarología.*
- *Responsable curso de Patología de Insectos.*
- *Parte del Comité de productos orgánicos*

## *Egresado:*

- *Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.*
- *Maestría en Entomología, Colegio de Postgraduados*
- *Doctorado: Universidad de California, DAVIS. Entomología.*
- *Autor y coautor de varios artículos indexados y de divulgación.*
- *Autor de capítulos de libros.*
- *Participación en proyectos nacionales e internacionales sobre manejo microbiano de insectos plaga.*
- *Participación activa en la SMCB (secretaria, tesorera, vicepresidenta y presidenta).*
- *Presidenta de la Organización Neotropical de Control Biológico.*



# CURSO INTERNACIONAL: TEORÍA Y APLICACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO

FORMATO VIRTUAL

## *Hongos y Nematodos en el Control Biológico de Insectos y ácaros*



**Dra. Raquel Alatorre Rosas**  
**Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo**  
**alatoros@ccolpos.mx**  
**23/octubre/2020**

# Hongos - nematodos entomopatógenos

- Enemigos naturales importantes de muchas especies de insectos y ácaros,
- como tales, brindan un servicio eco-sistémico importante que contribuye al control de plagas.
- con efectos negativos mínimos detectables sobre el medio ambiente (Vestergaard et al. 2003; Kaya y Gaugler, 1993).

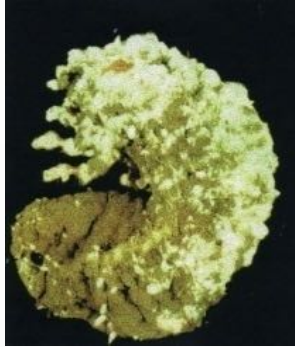




# AGENTES MICROBIALES

## CONTACTO

HONGOS

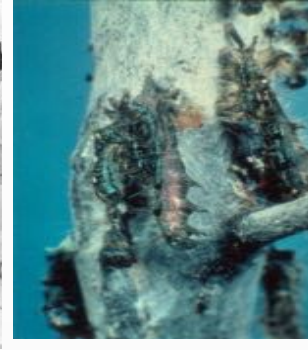
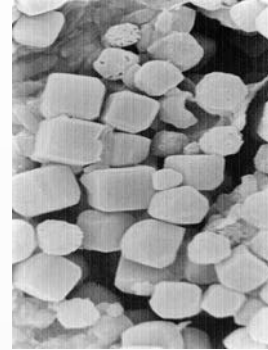


NEMATODOS

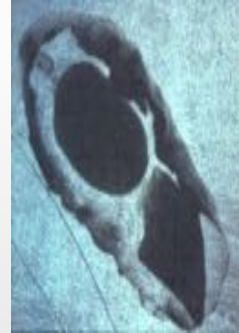


## ESTOMACALES

VIRUS



BACTERIAS

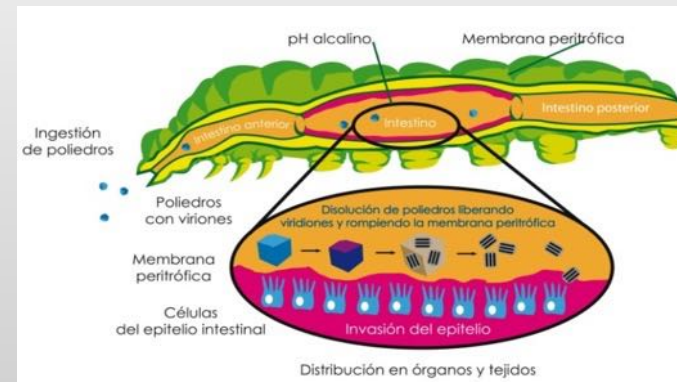


PROTOZOARIOS



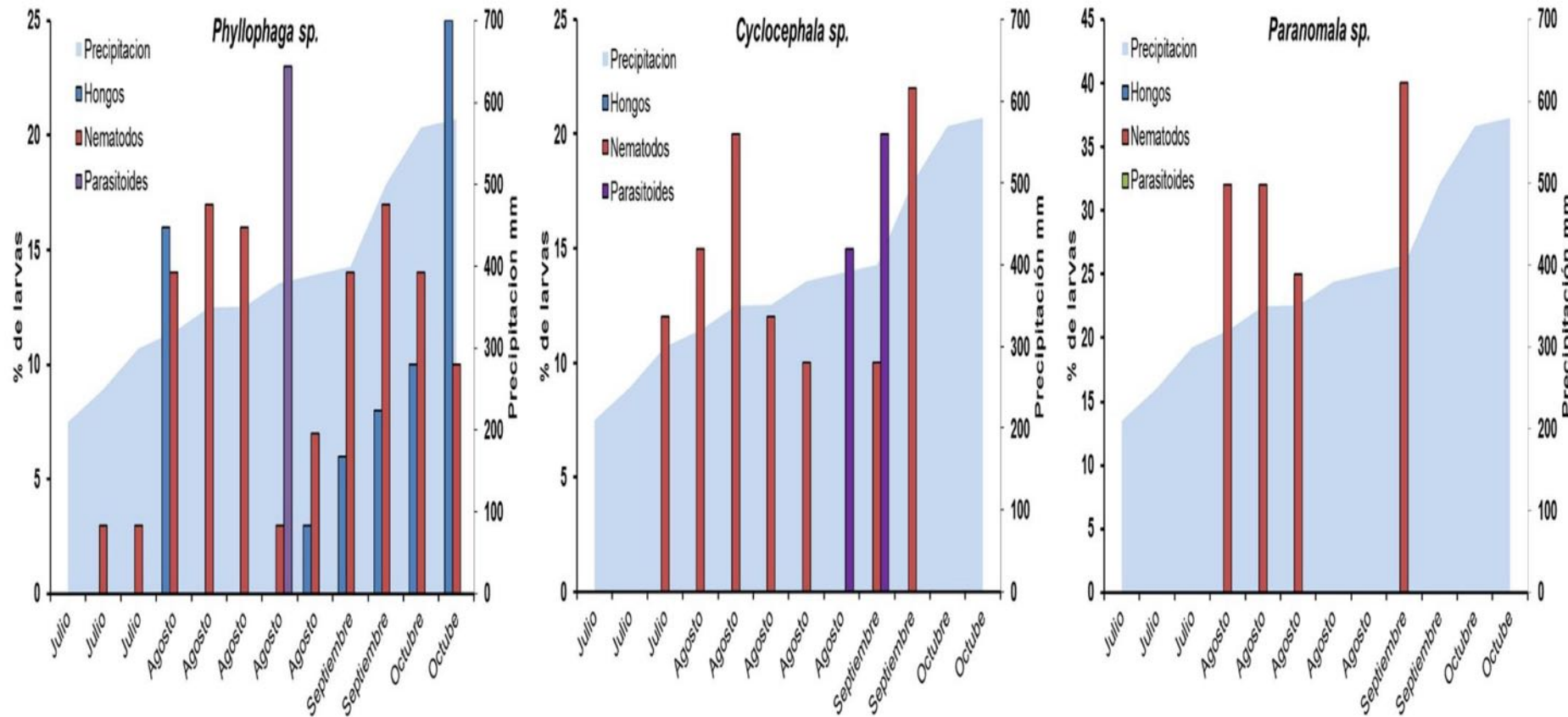
INGESTIÓN

Vía de entrada  
Cutícula, vía oral, Anal, Espiráculos





## INCIDENCIA DE “Enemigos Naturales” EN ESPECIES DE GALLINA CIEGA EN PURUAGUA, GTO.





## REGULADORES NATURALES

- Depredadores: *Salpingogaster* (Díptera:Syrphidae)
- Patógenos
  - I. Hongos: *Metarhizium*, *Erynia*, *Conidiobolus*.
  - II. Bacterias: *Bacillus* sp.
  - III. Nematodos; *Hexameris* (Mermithidae)

*Steinernema*

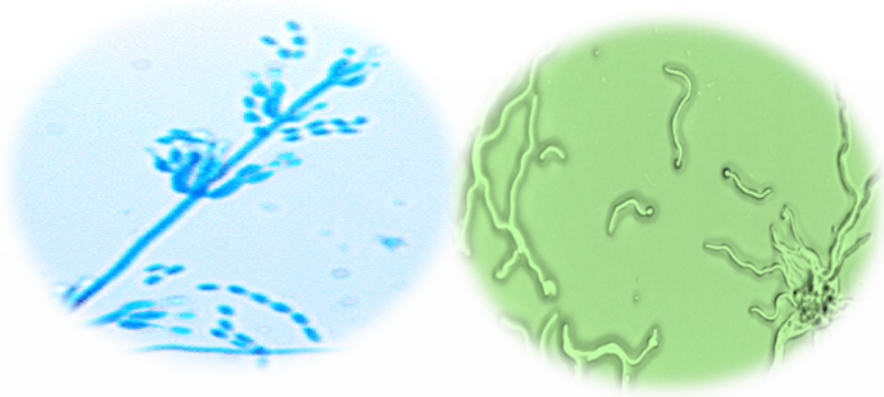
*Heterorhabditis*



# Propiedades de los microorganismos entomopatógenos

- **PATOGENICIDAD:** habilidad de producir enfermedad. Genéticamente determinada. (GRUPOS O ESPECIES DE MICROORGANISMOS)
- **INFECTIVIDAD:** capacidad para invadir y causar infección.
- **VIRULENCIA:** capacidad de un microorganismo para invadir, causar daños y producir enfermedad.
  - Se mide en dosis letales (**LD50, LC50, LD90**).
  - (= GRADO DE PATOGENICIDAD DENTRO DEL GRUPO O ESPECIE)
- **AGRESIVIDAD:** capacidad de un microorganismo para invadir y causar enfermedad, se mide en tiempo letal (**LT50**).
- **PREVALENCIA:** *El número o proporción de hospederos infectados en un tiempo dado.*

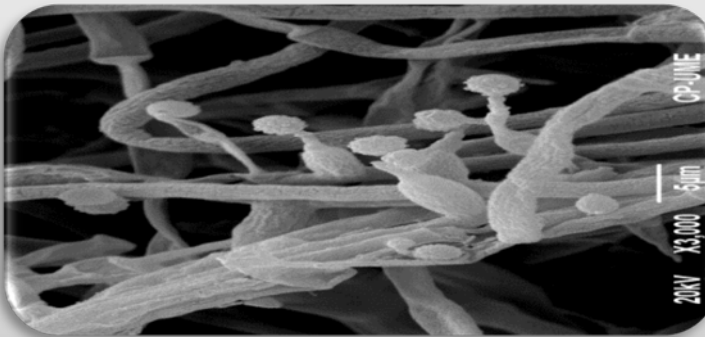
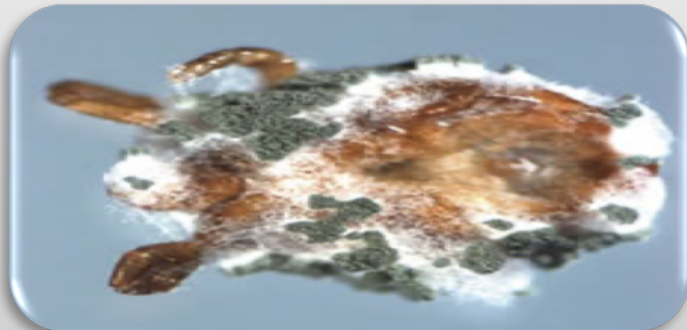




## Ascomycota anamorficos: Hypocreales (= Deuteromycetes)

- **Ocasionan la enfermedad conocida como muscardina (blanca, verde, amarilla, rosa), después de matar al huésped, el cadáver se momifica o se cubre de micelio y esporas.**
- *Estos hongos producen metabolitos secundarios, algunos pigmentos y otros toxinas con actividad antibiotica o insecticida.*
- *Lecanicillium lecanii produce micelio que puede esporular sobre afidos vivos, asegurando la dispersion de las esporas a la progenie vivipara.*

Fungi : Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales,  
Clavicipitaceae, Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae



*Isaria*  
*Lecanicillium*  
*Aschersonia*  
*Beauveria*  
*Nomurea*  
*Metarhizium*  
*Hirsutella*

# Filum Zygomycota : Especialistas

**Subfilum** Entomophthoromycotina (parásitos obligados de insectos)

Orden: Entomophthorales

Familia Basidiobolaceae

Ancylistaceae

**Entomophthoraceae (parásitos de insectos)**

**Neozygitaceae (parásitos de insectos)**

*Batkoa* Humber,  
*Entomophaga* Batko,  
*Entomophthora* Fresenius,  
*Erynia* (Nowakowski)  
*Furia* (Batko) Humber,  
*Massospora* Peck,  
*Pandora* Humber,  
*Strongwellsea* Batko y Weiser,  
*Tarichium* Cohn y  
*Zoophtora* Batko (Humber, 1998a).



Hongos patógenos presentes en alados migratorios de varias especies de afidos atrapadas en el aire, 2001–03.

| Sitio | Especies migratorias de alados atrapadas | No. de alados atrapados | No. de alados infectados | No. de alados infectados por un hongo específico |            |            |           |           |            |           |
|-------|--|-------------------------|--------------------------|--|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
|       |  |                         |                          | Pn   | Ep         | Co         | Zsp       | Nf        | Bb         | Psp       |
| 1     | <i>Myzus persicae</i>                    | 1817                    | 532                      | 361  | 28         | 59         | 61        | 6         | 17         | 0         |
| 2     | <i>M. persicae</i>                       | 1975                    | 1005                     | 646  | 153        | 42         | 28        | 8         | 115        | 13        |
| 2     | <i>Brevicoryne brassicae</i>             | 859                     | 234                      | 58   | 22         | 0          | 0         | 0         | 54         | 0         |
| 2     | <i>Lipaphis erysimi</i>                  | 71                      | 45                       | 21   | 11         | 0          | 0         | 0         | 12         | 1         |
| 2     | <i>Pemphigus sp</i>                      | 70                      | 0                        | 0  | 0          | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         |
| 2     | <i>Acyrtosiphon pisum</i>                | 10                      | 4                        | 0  | 4          | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         |
|       | <b>Vegetales aphids</b>                  | <b>4802</b>             | <b>1820</b>              | <b>1186</b>                                      | <b>218</b> | <b>101</b> | <b>89</b> | <b>14</b> | <b>198</b> | <b>14</b> |
| 2     | <i>Sitobion avenae</i>                   | 1206                    | 429                      | 314  | 75         | 0          | 1         | 0         | 36         | 3         |
| 3     | <i>S.avenae</i>                          | 415                     | 223                      | 205  | 2          | 16         | 0         | 0         | 0          | 0         |
|       |  |                         |                          |  |            |            |           |           |            |           |

Pn, Pandora neoaphidis; Ep, Entomophthora planchoniana; Co, Conidiobolus obscurus; Zsp, Zoophthora anhuiensis in sitio 1 or Z. radicans sitio 2; Nf, Neozygites fresenii; Bb, Beauveria bassiana; Psp, Paecilomyces sp

Ming-Guang Feng, Chun Chen and Bin Chen. 2004. Wide dispersal of aphid-pathogenic Entomophthorales among aphids relies upon migratory alates. Environmental Microbiology (2004) 6 (5), 510–516

# Familias de nematodos asociados a insectos - agentes de control biológico

## **ENTOMOFILICOS - ENTOMOPARÁSITOS**

Mermitidae (Orden Mermitida)

Tetradonematidae (Orden: Stichosomida)



Allantonematidae,

Phaenopsitylenchidae y

Sphaerulariidae (Orden: Tylenchida)

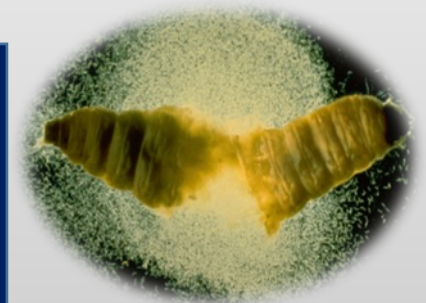
Neotylenchidae



## **ENTOMOPATÓGENOS (NEPs)**

*Heterorhabditidae* y

*Steinernematidae* (Orden: Rhabditida)



# ENTOMOFILICOS – ENTOMOPARÁSITOS: Mermitidae (Orden Mermitida)



|      |     | Infestación      | Taza parasitismo |
|------|-----|------------------|------------------|
| 15:1 | I   | 6,2 <sup>c</sup> | 100              |
|      | II  | 7,0 <sup>c</sup> | 100              |
|      | III | 4,4 <sup>d</sup> | 90               |
|      | IV  | 2,6 <sup>e</sup> | 79               |

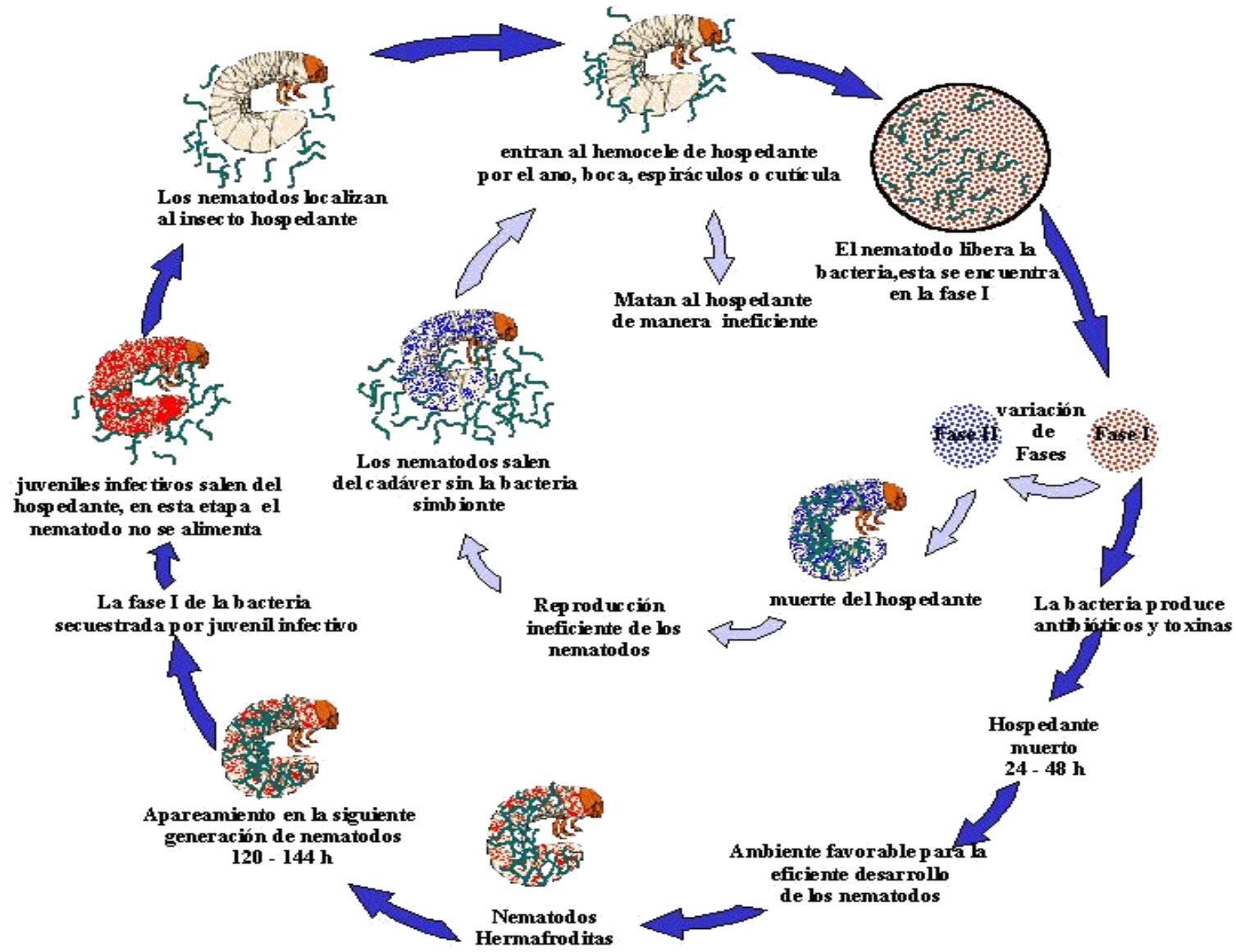
# ENTOMOPATÓGENOS (NEPs)

## 1. Heterorhabditidae

## 2. Steinernematidae

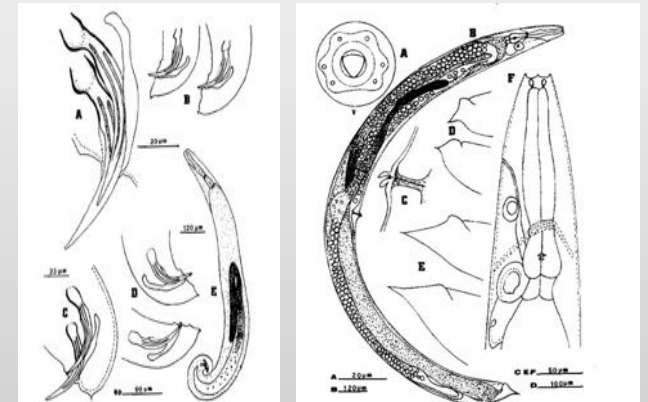
- Ambos tienen ciclos de vida “similares”,
- La etapa juvenil (J3) se encuentra en el suelo, en busca de un huésped,
- Asociación mutualista, letal, ( $\gamma$ -subclase Proteobacteria, Familia Enterobacteriaceae, (Boemare, 2002).
- Mortalidad 24-48 h.
- ✓ *Xenorhabdus* spp. – *Steinernema* spp.
- ✓ *Photorhabdus luminescens* - *Heterorhabditis* spp.

# Steinernematidae- Heterorhabditidae



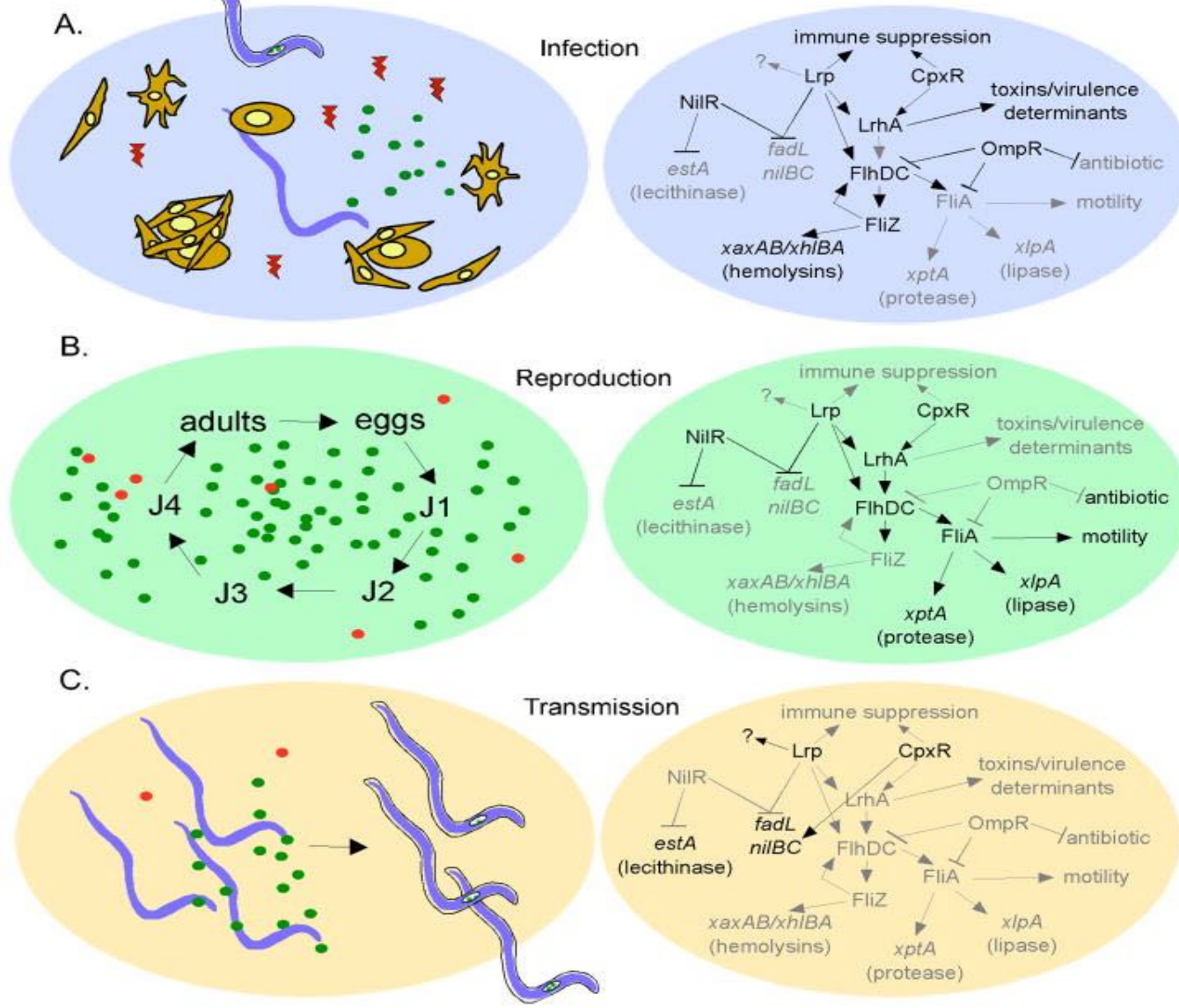
***Steinernema spp.***  
- reproducción sexual

***Heterorhabditis spp.***  
- partenogenéticos  
- sexual





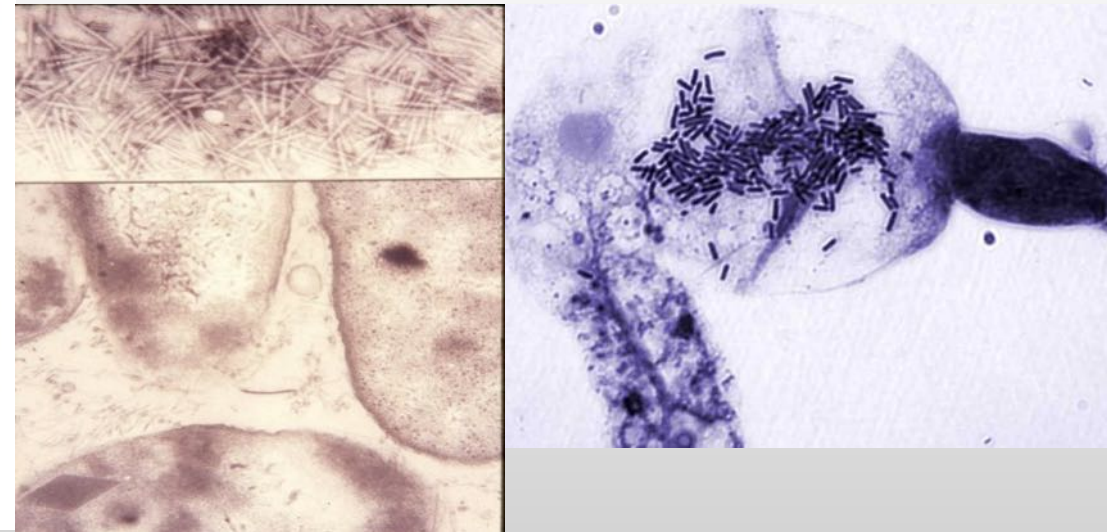
# DESARROLLO EN EL HEMOCELE



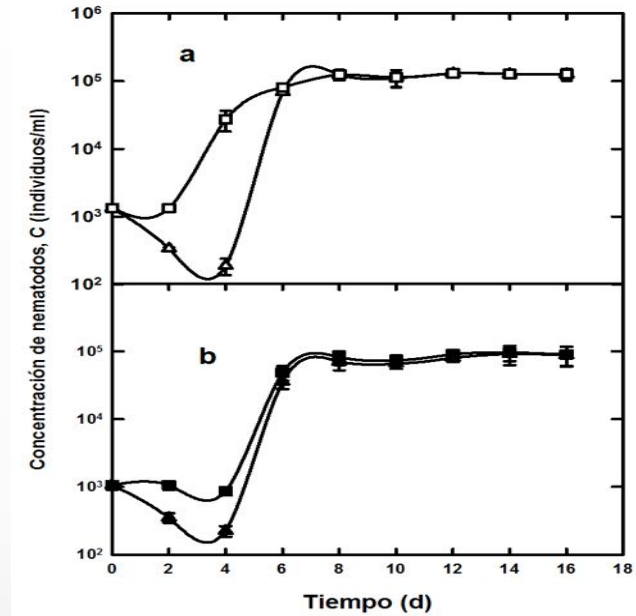
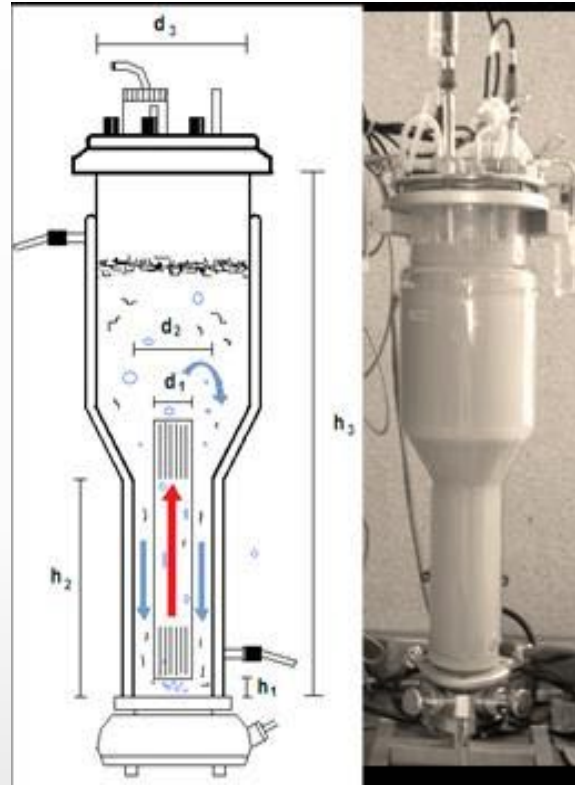
## Bacteria mutualista

*Steinernema* spp, - *Xenorhabdus* spp.  
(receptáculo intestinal)

*Heterorhabditis* spp.- *Photorhabdus* spp.  
(tubo digestivo)



# Producción masiva de NEPs – “*in vivo*”; “*in vitro*”



## APLICACIÓN: ASPERSIÓN

- ✓ **Superficie del suelo**, altas concentraciones de nematodos son requeridas (2.5 – 7.5 x 10E9/ha); volumen de aspersión 750- 1890 L/ha.
- ✓ **En el trasplante**, sin embargo los insectos plaga no aparecen sino después de 4-6 semanas después del trasplante.
- ✓ **Insectos foliares** es un reto, desecación, UV, difícil de establecer gradientes de atracción.
- ✓ Aplicaciones con alta humedad, durante la mañana o la tarde *S. carpocapsae* es efectivo contra *Spodoptera exigua* en crisantemos,
- ✓ Contra insectos en donde el follaje crea un hábitat críptico: minadores, enrolladores, yemas, el potencial de control se incrementa.



# Factores bióticos y abióticos asociados a la ocurrencia, movimiento, y persistencia de NEPs

✓ Estos incluyen: **características químicas y físicas del suelo** (humedad, temperatura, pH, textura, estructura y densidad de organismos.).

- ✓ la humedad del suelo es un factor crítico para la supervivencia de los nematodos.
- ✓ Los NEPs requieren una película de humedad para moverse.



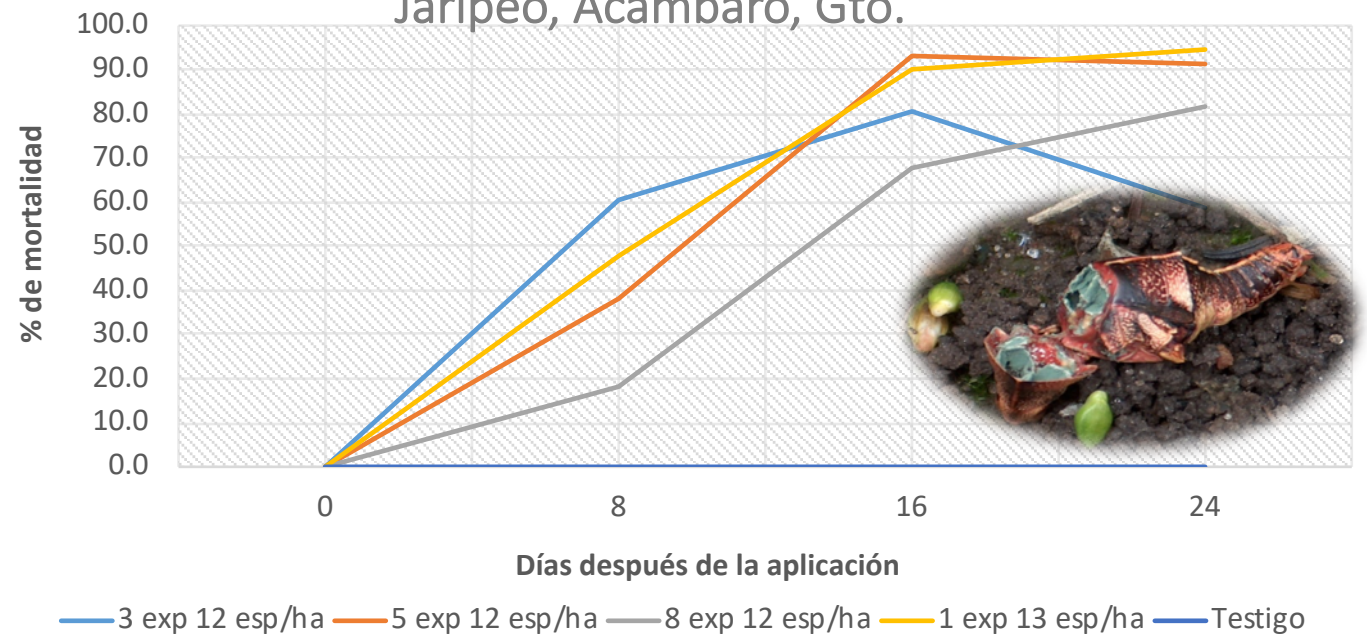
✓ movimiento de los nematodos puede ser restringido debido a la falta de fuerza de tensión superficial.

✓ alteraciones físicas y químicas -manejo de ecosistemas como: fertilización, aplicación de pesticidas, etc. (Stuart et al., 2006).

# Control del Chapulín de la milpa



Mortalidad de *Sphenarium purpurascens* con diferentes dosis de *Metarhizium acridum* en Jaripeo, Acámbaro, Gto.



DESARROLLO



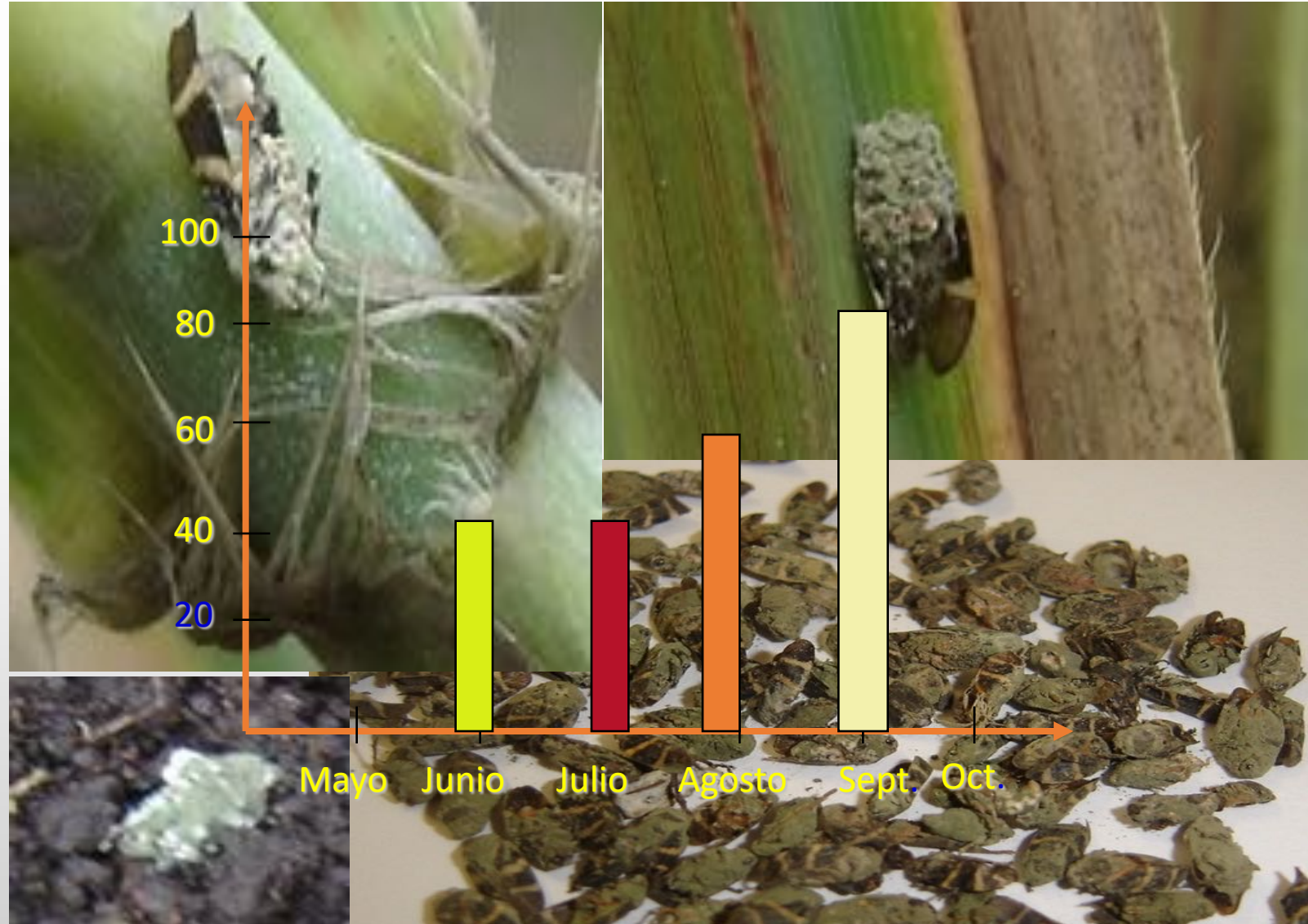
HUEVOS



NINFAS

# Aplicación de *Metarhizium anisopliae*

$2 \times 10^{12}$  conidias/ha, con una viabilidad > 90%.

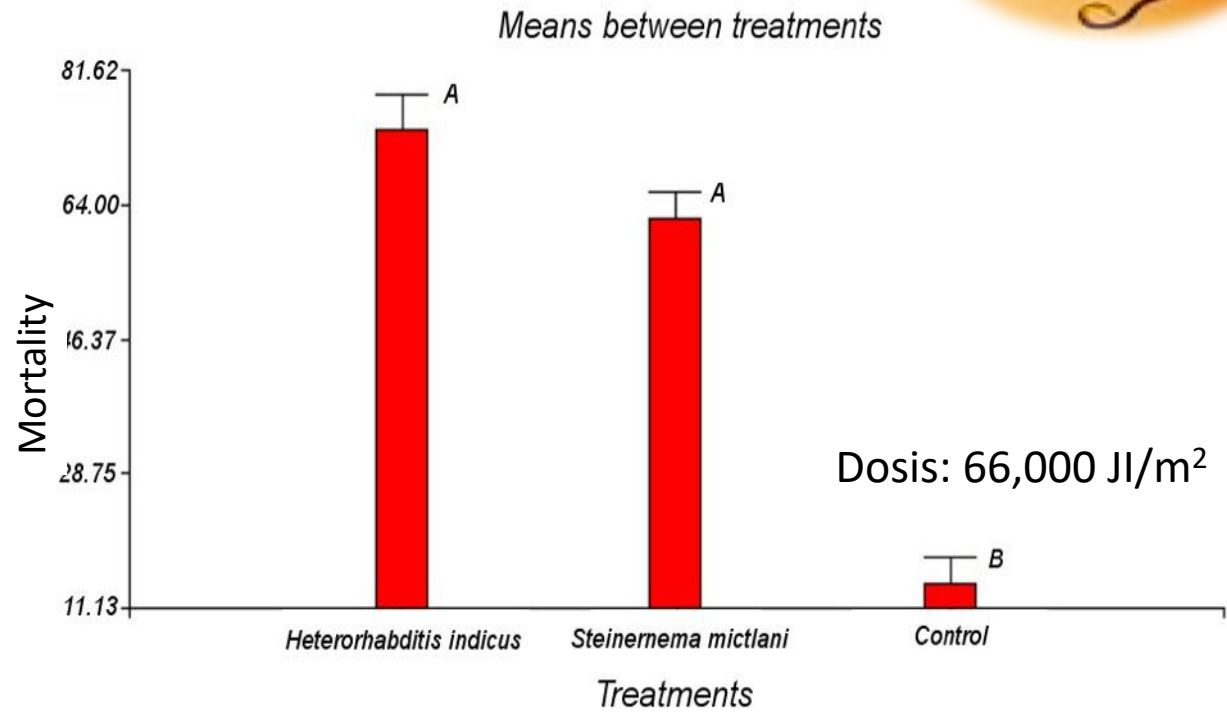


# Control de ninfas de *Aeneolamia* spp

*Steinernema mitlani*

*Heterorhabditis indicus*

Control de ninfas





# Distribución y daños de *Phyllophaga* spp.



**PROBLEMA**

**SOLUCIÓN PREVISTA**

*Phyllophaga* spp.

*Metarhizium anisopliae*,  
*Beauveria bassiana*,  
*Heterorhabditis* spp. *Steinernema* spp.  
*Penibacillus popilliae*,  
*Serratia entomophila*



# Selección de Hongos y Nematodos

Es esencial realizar la selección adecuada del organismo, esta se relaciona con la **virulencia**, **encuentro del huésped** y **factores ecológicos** esenciales durante la aplicación en campo.

La **estrategia** de aplicación, como el **volume** de aplicación, irrigación y métodos adecuados de aplicación son importantes.

Además, la **morfología** y **fenología del cultivo** debe ser considerada para predecir si los hongos y nematodos son candidatos viables para el control.



A large, segmented, yellowish caterpillar-like creature lies horizontally across the center of the frame. It has a tapered head on the left and a rounded tail on the right. The creature is surrounded by a dense, circular cloud of small, white, worm-like larvae, which are scattered across a dark, almost black background. The word "GRACIAS" is written in a stylized, black, cursive font across the middle of the large caterpillar.

*GRACIAS*