

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

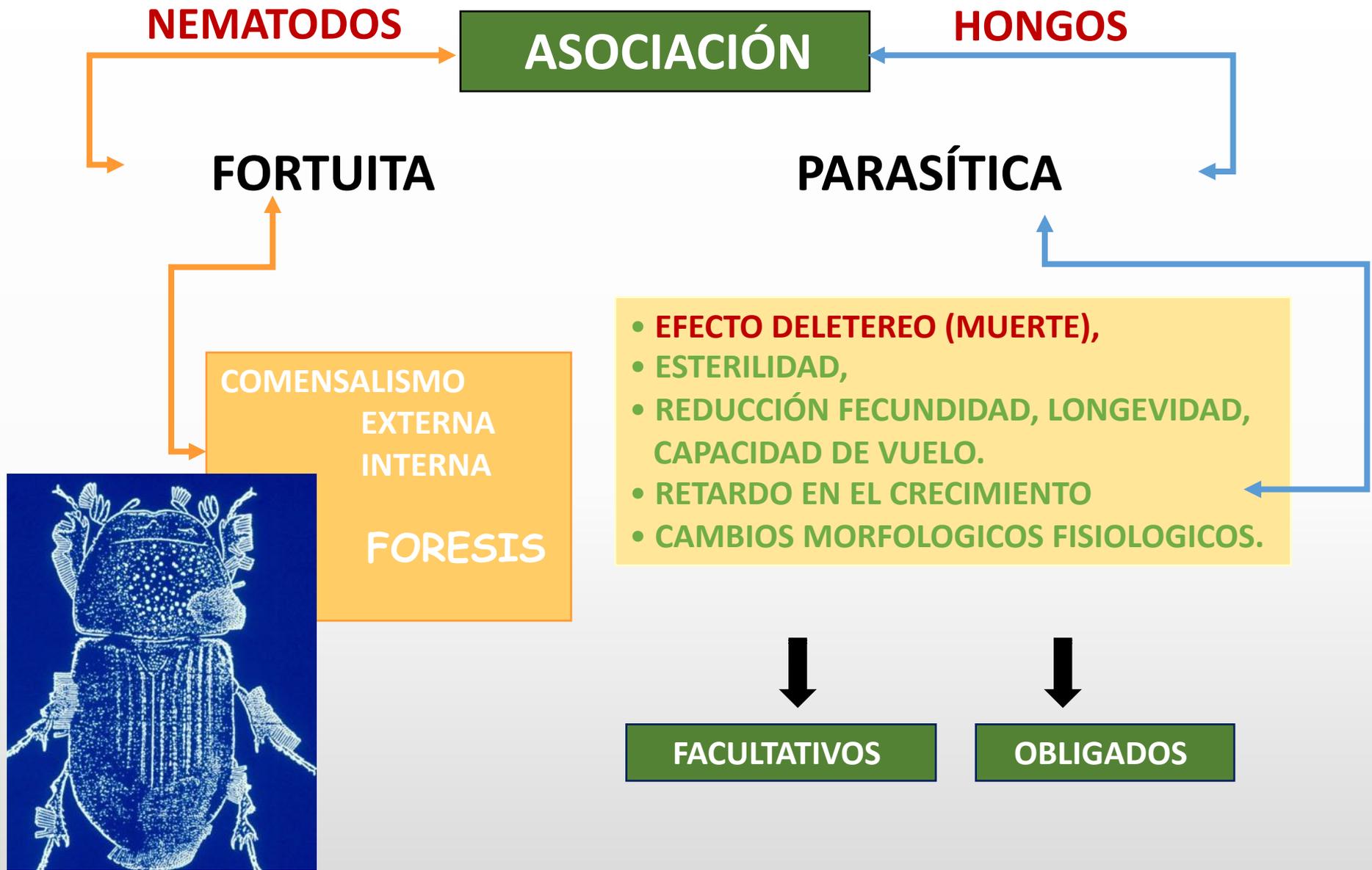


Dra. Raquel Alatorre Rosas
Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo
alatoros@ccolpos.mx
23/octubre/2020

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

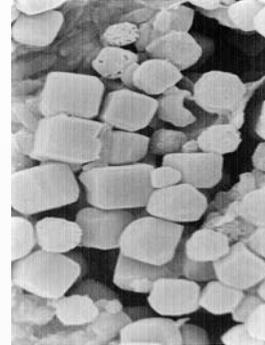


NEMATODOS



ESTOMACALES

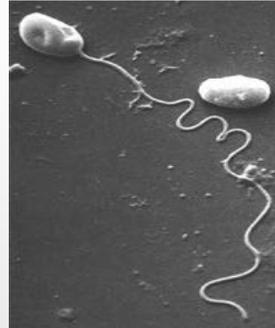
VIRUS



BACTERIAS

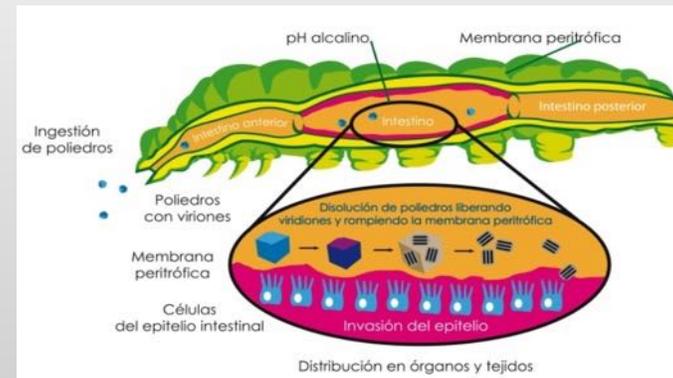


PROTOZOARIOS



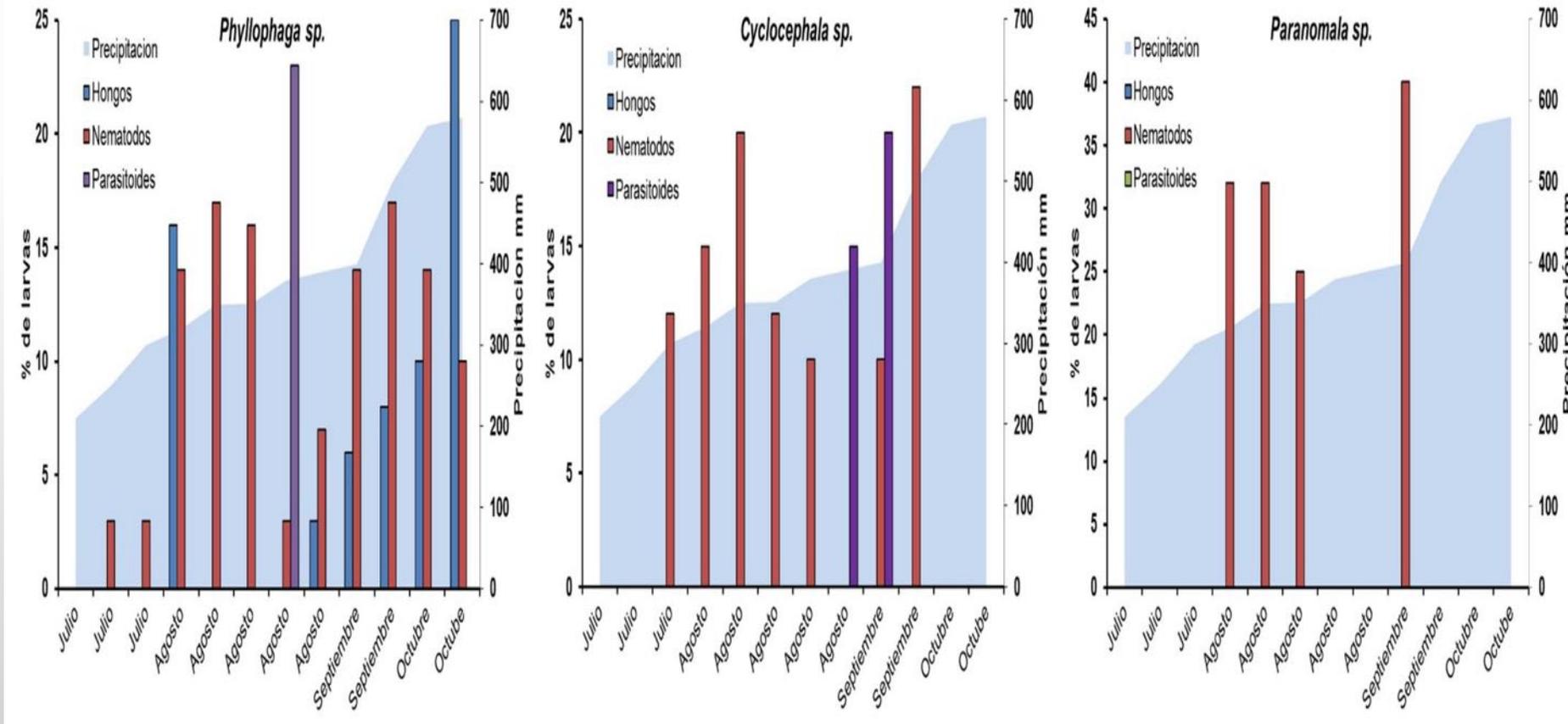
INGESTIÓN

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)

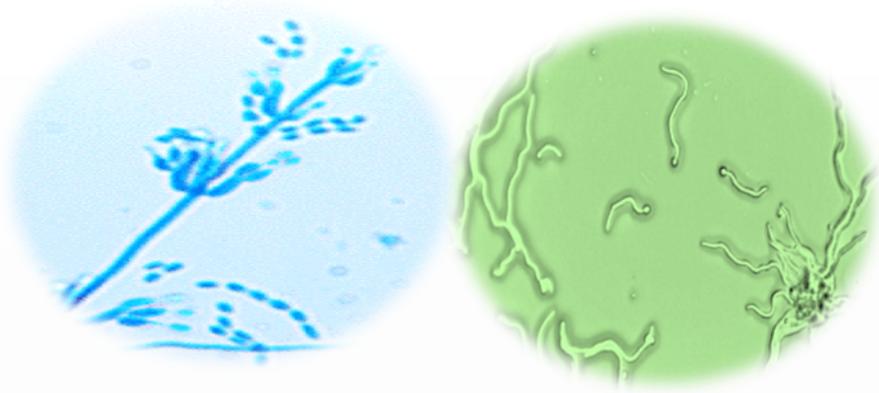
Steinernema

Heterorhabditis



Propiedades de los microorganismos entomopatógenos

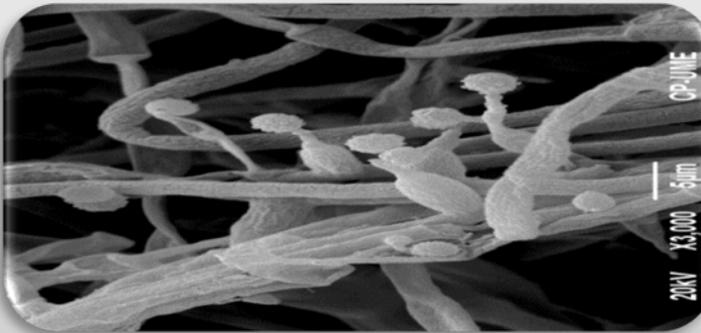
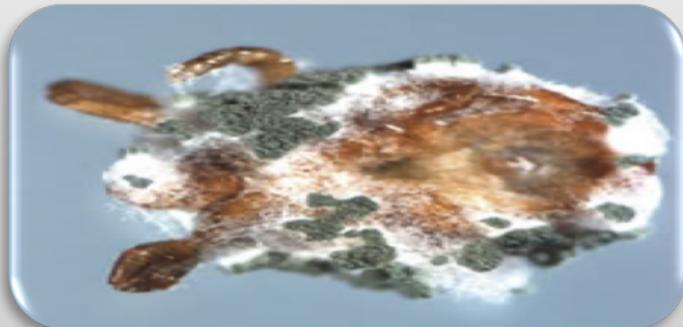
- **PATOGENICIDAD:** habilidad de producir enfermedad. Genéticamente determinada. (GRUPOS O ESPECIES DE MICROORGANISMOS)
- **INFECTIVIDAD:** capacidad para invadir y causar infección.
- **VIRULENCIA:** capacidad de un microorganismo para invadir, causar daños y producir enfermedad.
 - Se mide en dosis 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
	Vegetales aphids	4802	1820	1186	218	101	89	14	198	14
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)

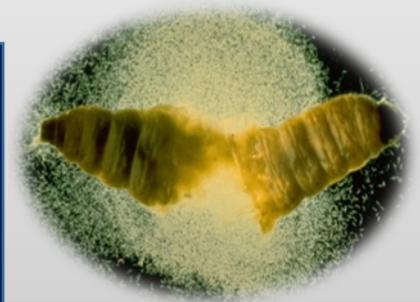
Neotylenchidae



ENTOMOPATÓGENOS (NEPs)

Heterorhabditidae y

Steinernematidae (Orden: Rhabditida)



ENTOMOFILICOS – ENTOMOPARÁSITOS: Mermitidae (Orden Mermitida)



		Infestación	Taza parasitismo
15:1	I	6,2 ^c	100
	II	7,0 ^c	100
	III	4,4 ^d	90
	IV	2,6 ^e	79

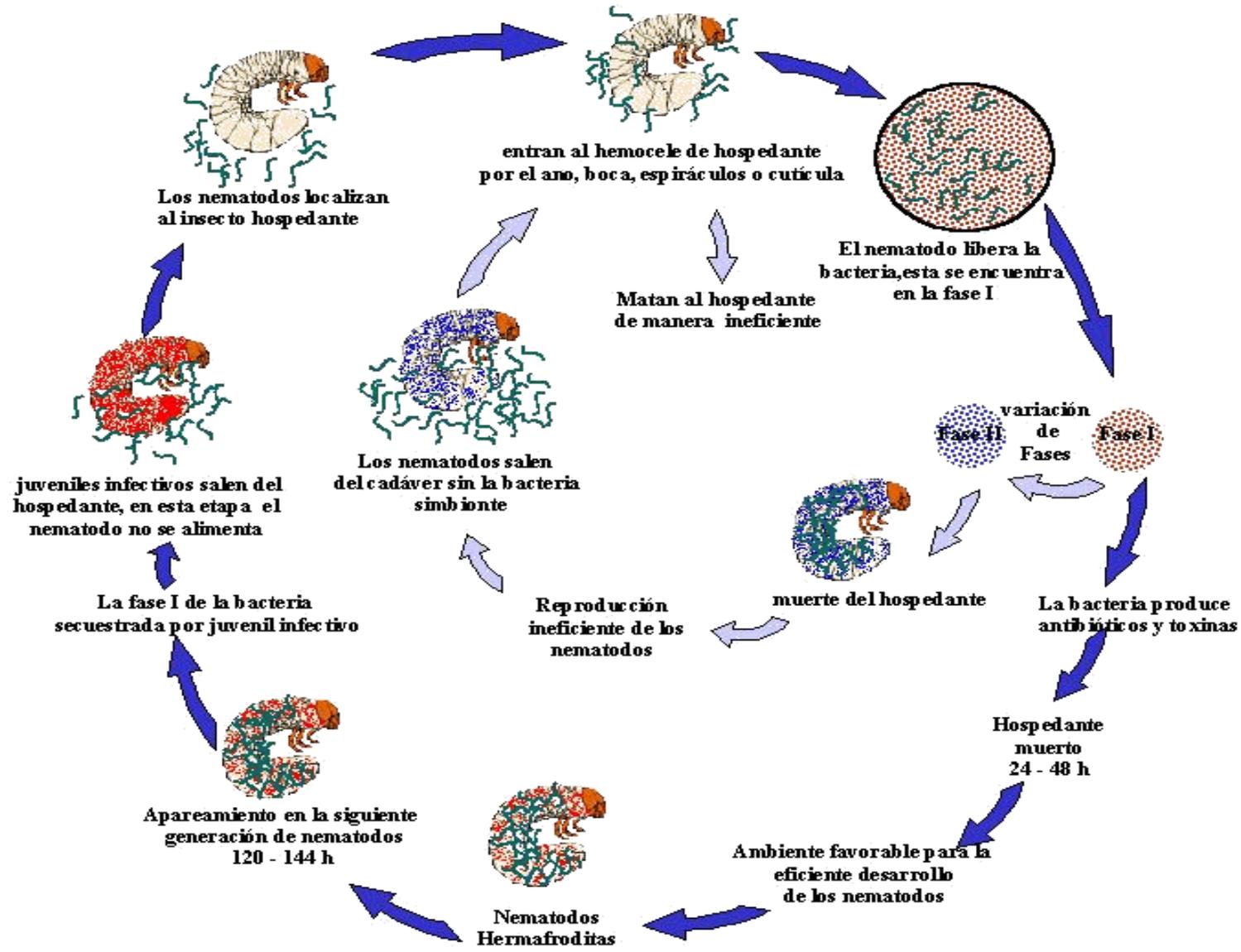
ENTOMOPATÓGENOS (NEPs)

1. Heterorhabditidae

2. Steinernematidae

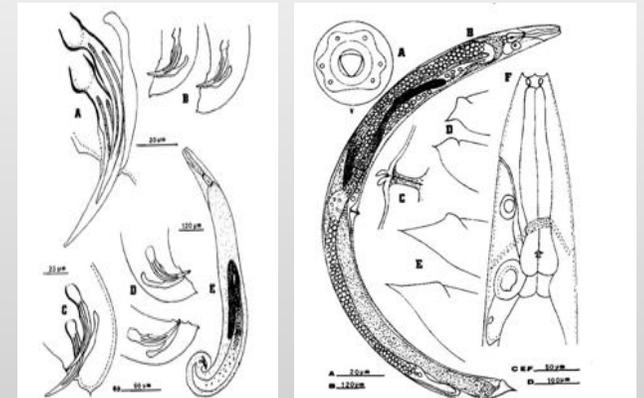
- Ambos tienen ciclos de vida “similares”,
- La etapa juvenil (J3) se encuentra en el suelo, en busca de un huésped,
- Asociación mutualista, letal, (γ -subclase Proteobacteria, Familia Enterobacteriaceae, (Boemare, 2002).
- Mortalidad 24-48 h.
- ✓ *Xenorhabdus* spp. – *Steinernema* spp.
- ✓ *Photorhabdus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

Steinernematidae- Heterorhabditidae

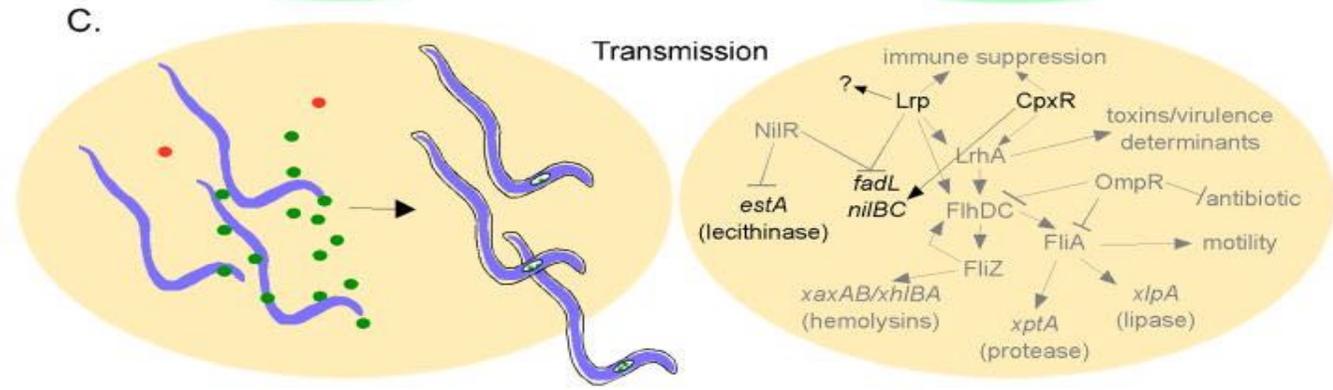
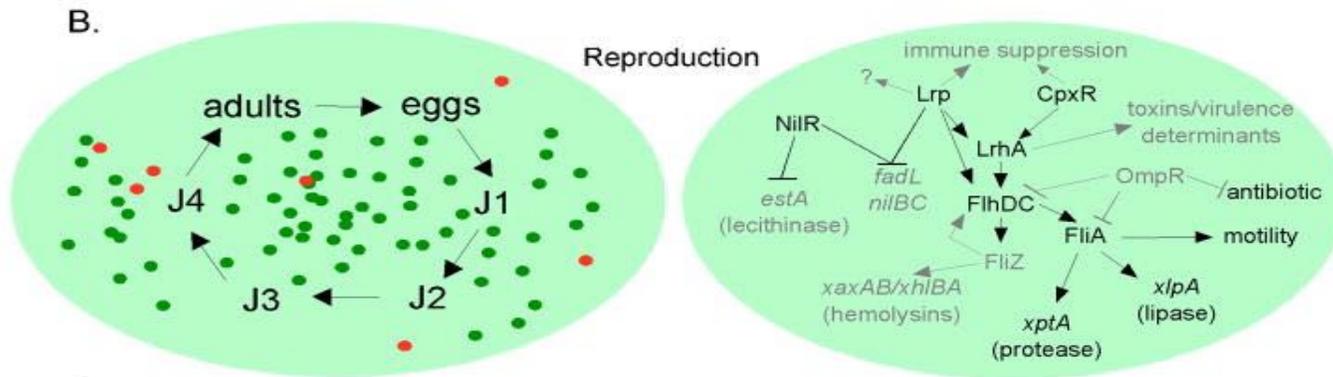
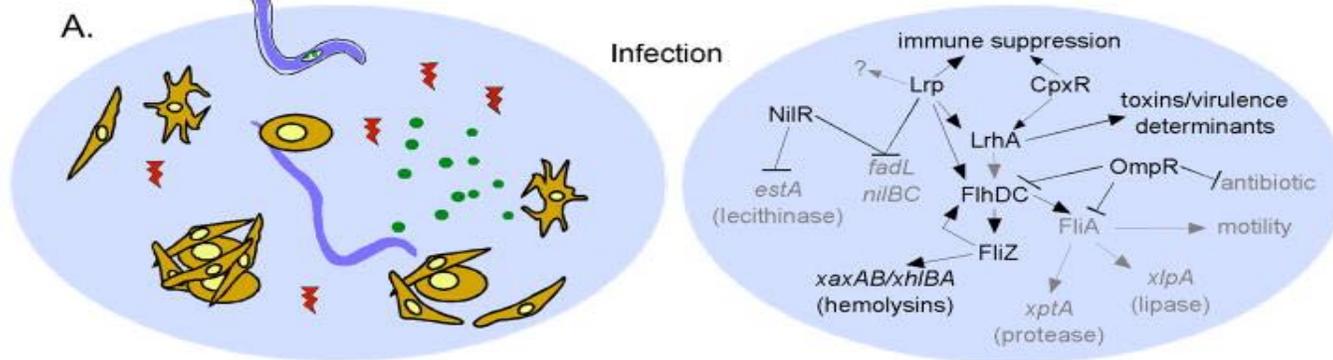


Steinernema spp.
- reproducción sexual

Heterorhabditis spp.
- partenogenéticos
- sexual



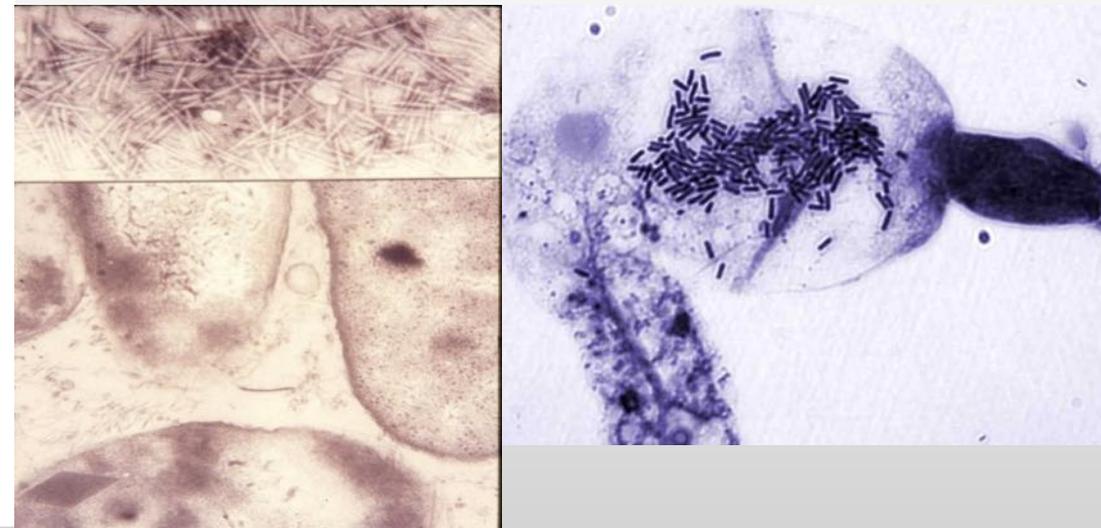
DESARROLLO EN EL HEMOCELE



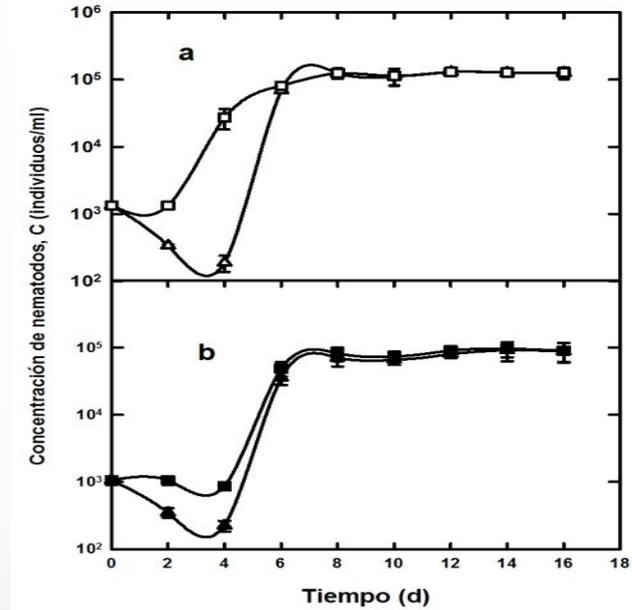
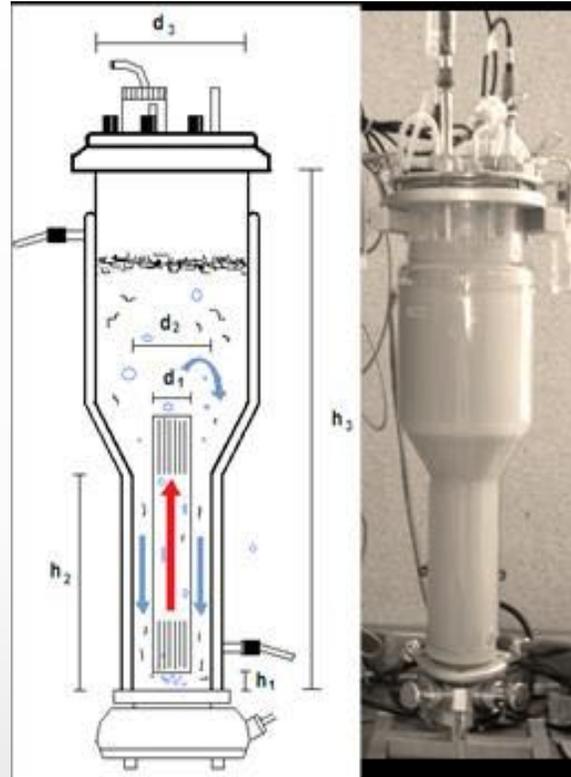
Bacteria mutualista

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.



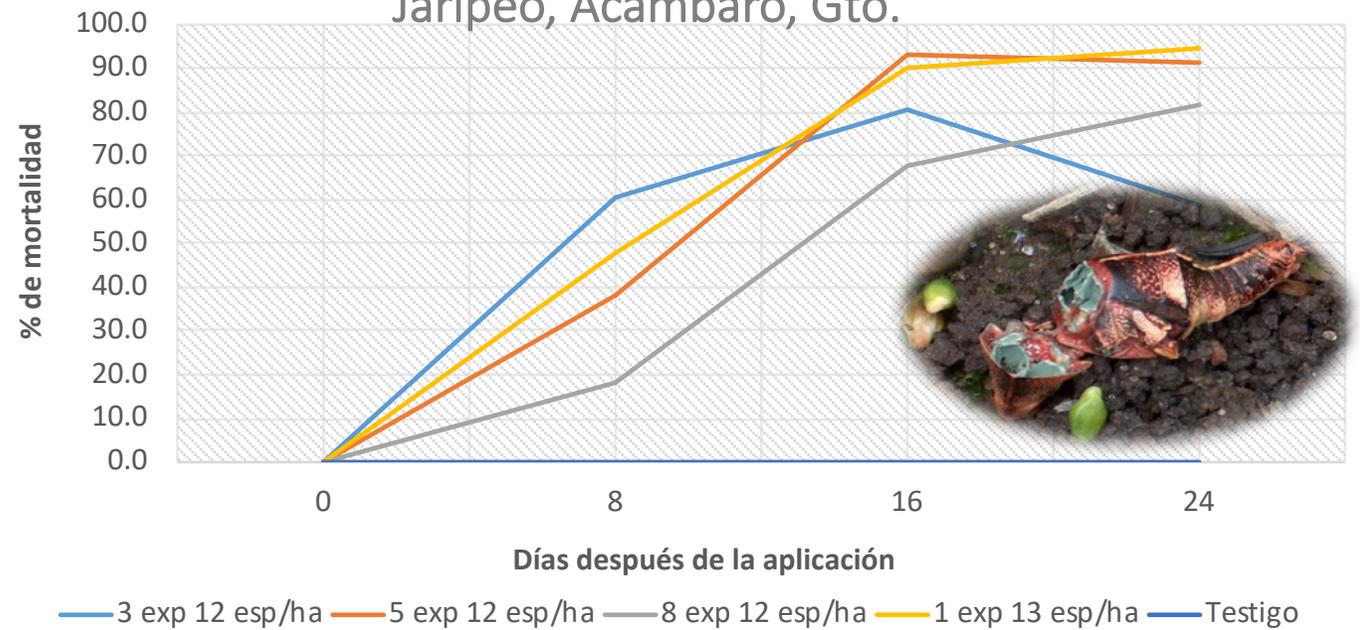
✓ movimiento de los nematodos puede ser restringido debido a la falta de fuerza de tensión superficial.

✓ 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 Jariepo, Acámbaro, Gto.



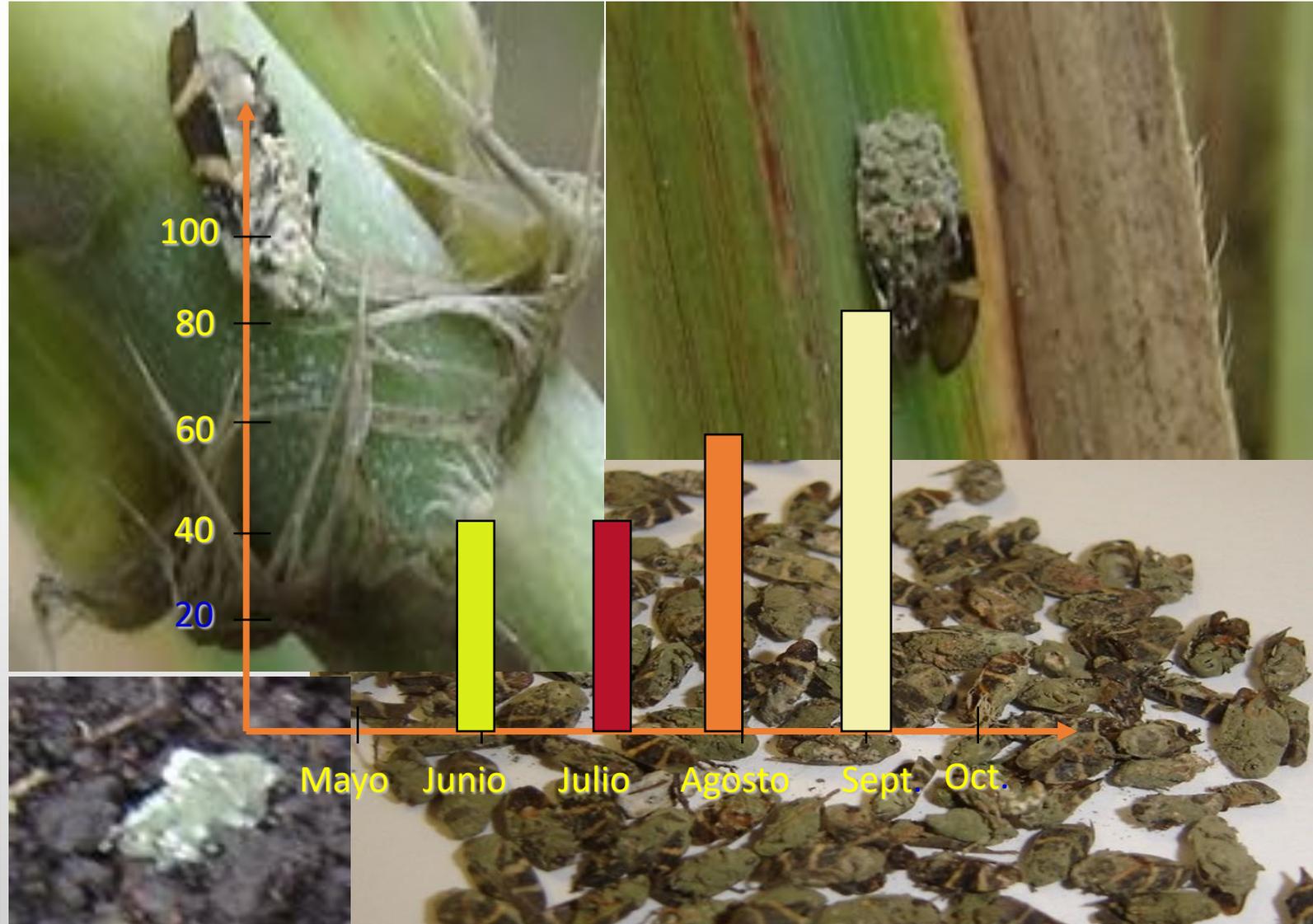
DESARROLLO



NINFAS

Aplicación de *Metarhizium anisopliae*

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

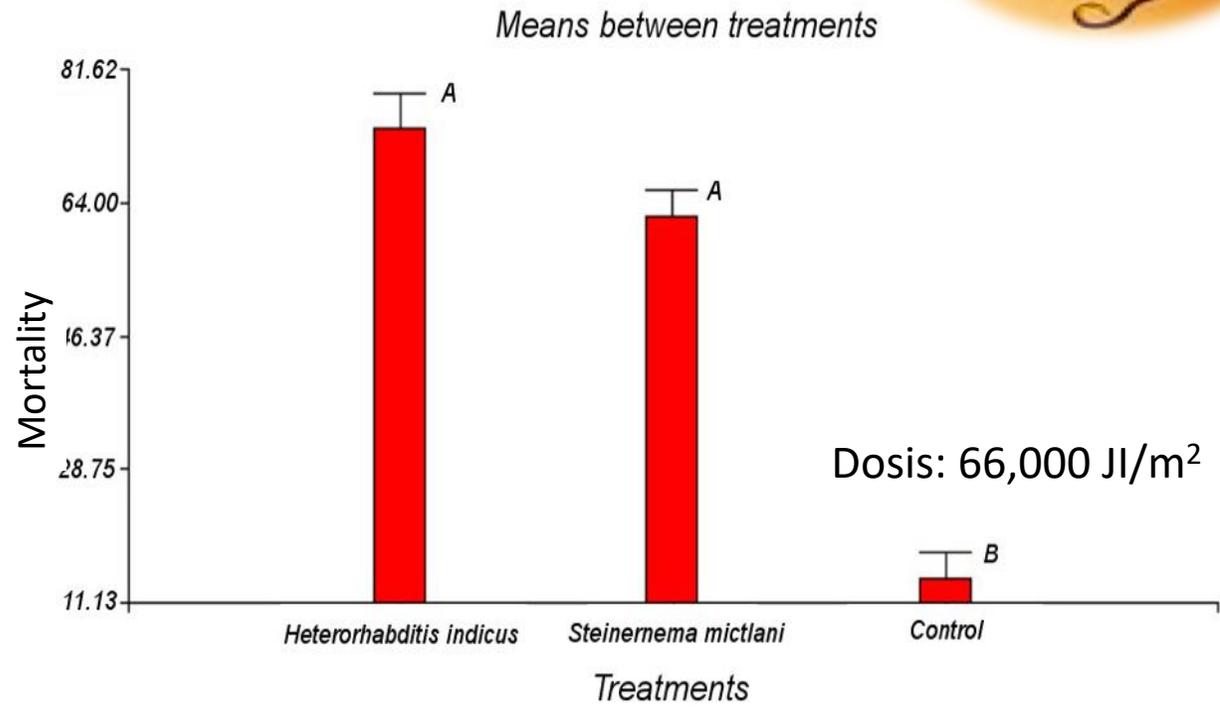


Control de ninfas de *Aeneolamia* spp

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 segmented body with a darker, reddish-brown head and tail. The creature is surrounded by a dense, circular area of small, light-colored larvae, possibly maggots, 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 creature's body.

GRACIAS