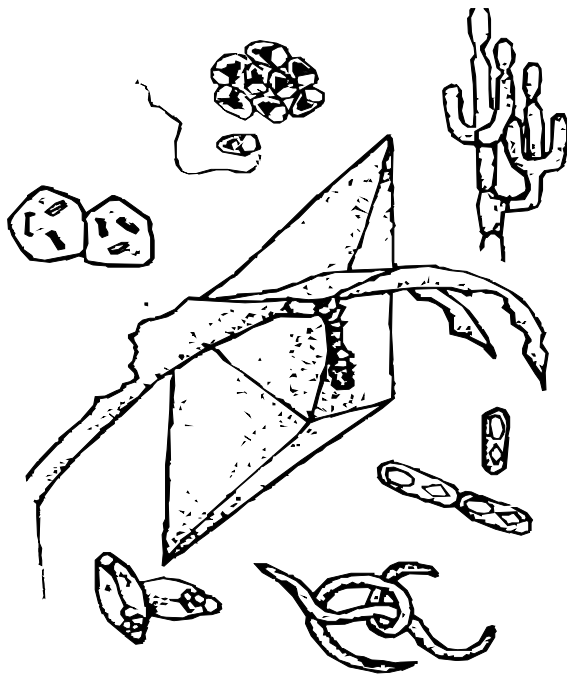


III Congreso Nacional de Entomología Aplicada



Casos de Éxito en el uso de Entomopatogenos

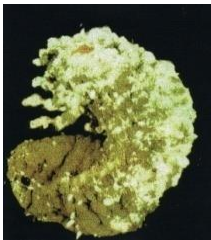
Dra. Raquel Alatorre Rosas
Colegio de Postgraduados, Montecillo
Correo: alatoros@colpos.mx

ENTOMOPATOGENOS

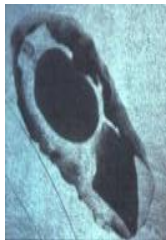
“organismos microscópicos, o microbios” que se asocian a insectos y ácaros plaga, ocasionándo enfermedad y muerte del húesped.

•En algunos casos, la actividad plaguicida puede derivarse de los metabolitos producidos por estos organismos.

hongos



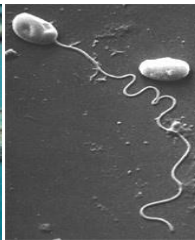
bacterias



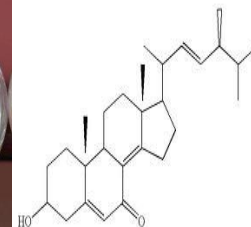
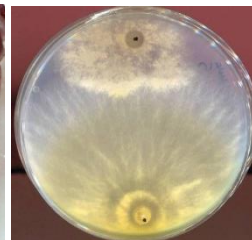
virus



protozoarios



nematodos



ENTOMOPATOGENOS

Los patógenos de insectos tienen una larga historia de uso en el control biológico en particular:

Aislamientos de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt),

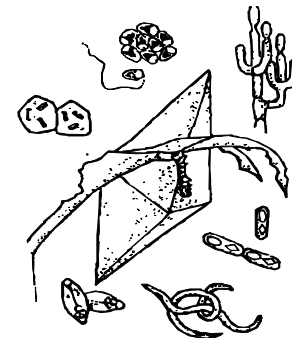
Hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *M. acridum*, *Lecanicillium spp.* *Isaria sp*, *Hirsutella spp*;

Numerosas especies de baculovirus (VPN, GV),

protozoarios (microsporidios): *Nosema*,

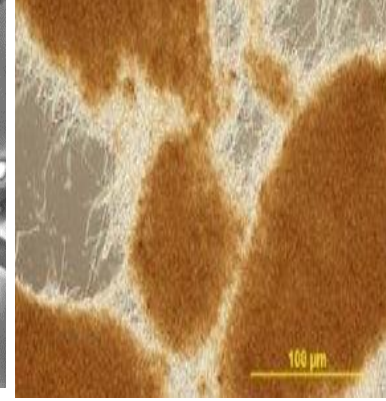
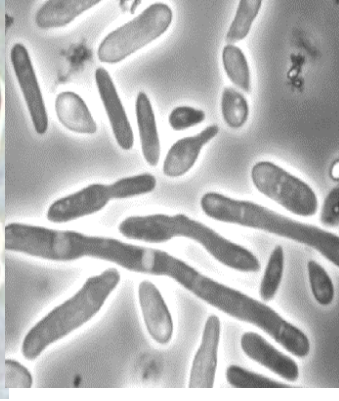
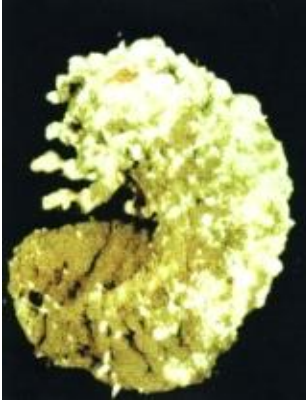
Nematodos entomopatogénicos :*Steinernema*, *Heterorhabditis*

(Lacey and Kaya 2007)



AGENTES BIOLÓGICOS

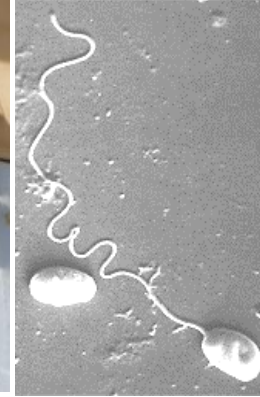
HONGOS



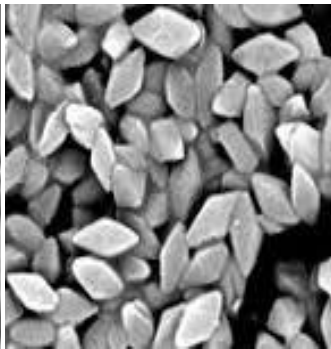
NEMATODOS



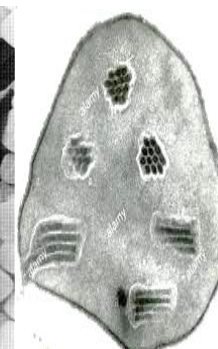
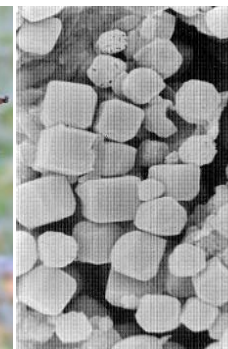
PROTOZOARIOS



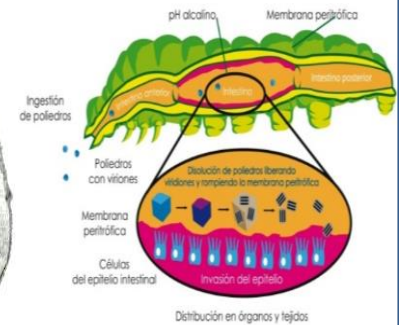
BACTERIAS



VIRUS



UNIDADES INFECTIVAS



Características deseables – agentes microbianos

- ✓ La selección inicial: **habilidad para matar rápidamente una plaga.**
- ✓ **Virulencia**; mortalidad y velocidad para matar (LC50, LT50),
- ✓ **Infección** se refiere al proceso de entrada del patógeno al huésped, mientras la cantidad de daño causado al hospedero después de la infección es generalmente referido como virulencia.
- ✓ Otras características- **habilidad** para soportar **estrés ambiental** y factores relacionados a su producción, almacenaje, **diseminación** y **persistencia**.

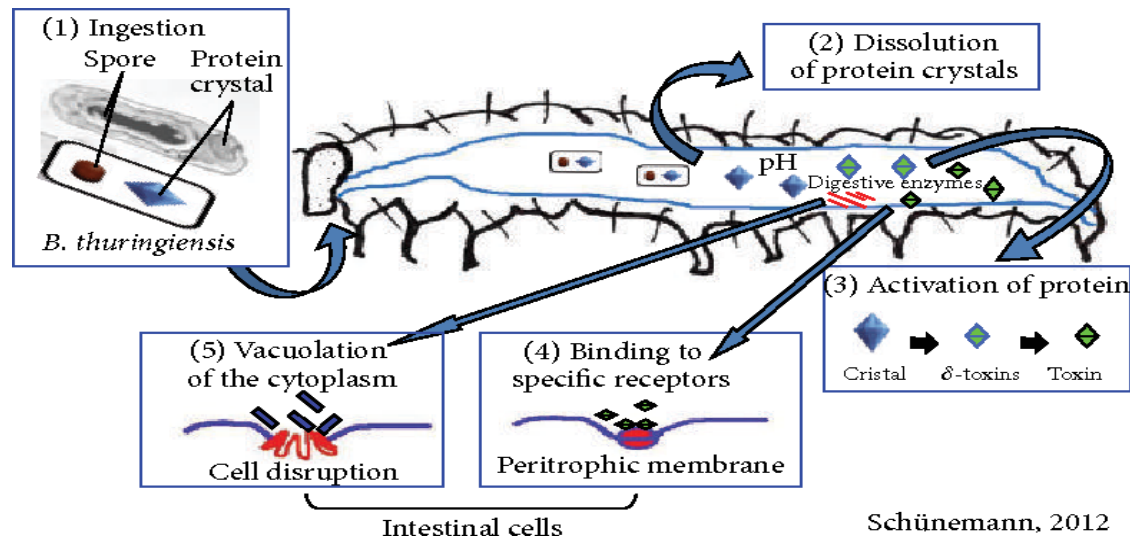
(Thomas and Elkinton 2004; Shapiro-Ilan et al. 2005).

CASOS EXITOSOS

Bacillus thuringiensis

Esta bacteria Gram-positiva *Bacillus thuringiensis* (Bt) y sus toxinas son usadas para controlar diferentes ordenes de insectos, incluyendo plagas agrícolas, forestales y patógenos de vectores.

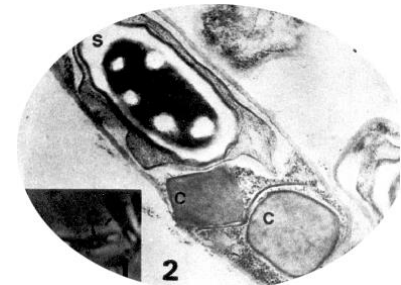
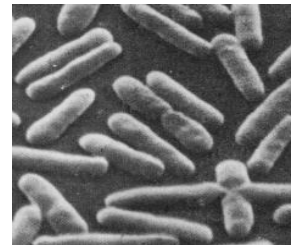
Debido a su actividad insecticida selectiva, *B. thuringiensis* constituye el bioinsecticida mas comercializado a nivel mundial.



Bacillus thuringiensis

El potencial de *Bt* para ser usado como bioinsecticida fue reconocido a principio del siglo veinte y desde entonces muchos bioinsecticidas formulados con *Bt* han sido comercializados.

El advenimiento de las herramientas modernas de biología molecular hizo posible diseñar plantas para expresar los genes que codifican las proteínas insecticidas *Bt* (OGM) como un medio seguro, conveniente y altamente eficaz para proteger las plantas de los insectos dañinos.



Genes protoxina y sus productos

70 genes protoxina de diferentes aislamientos de B.t.
Genes clasificados en base a:

Tamaño de las protoxinas codificadas / Insecto hospedero

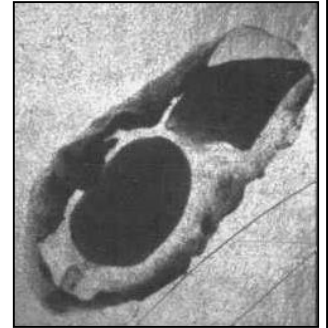
Cry1Aa = 133.2 kDa

Cry1Ab = 131.1 kDa

Cry1Ac = 133.3 kDa



Lepidóptera

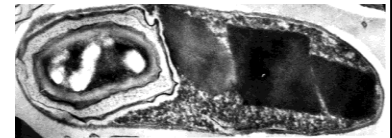


Cry2 = 65 –71 kDa

Lepidoptera / Diptera

Cry3 = 129; 70-74; 80 kDa

Coleóptera



Cry4Aa = 72 kDa

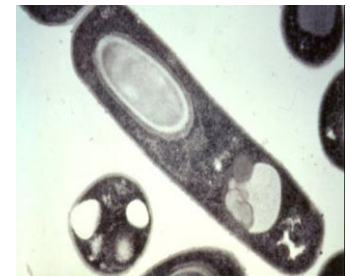
Cry4Ba = 128 kDa

Cry4Ca = 135kDa

cyt = 28kDa



Diptera



Bacillus thuringiensis



Domain I

Domain III

Domain II

three-domain Cry toxin

GPI-anchored receptor

lipid rafts

cadherin

helix α -1

Cry monomer

Cry oligomer

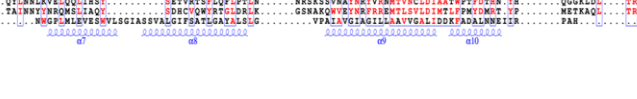
B

CryIaA 

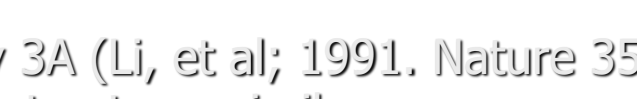
CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA 

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

CryIaA

Estudios de cristalografía con la proteína Cry 3A (Li, et al; 1991. Nature 353:815) y Cry1Aa indican que estas moléculas tienen estructuras similares.

TOXINAS DE *Bacillus thuringiensis*

Cry1A-K; Cry2A
Cry7B; Cry8D
Cry9A-C,E; Cry15A
Cry22A; Cry32A
Cry51A



Lepidoptera



Diptera

Cry1A-C; Cry2A
Cry4A-B; Cry10
Cry11A-B; Cry16A
Cry19A-B; Cry20A
Cry24C; Cry27A
Cry32B-D; Cry39A
Cry44A; Cry47A
Cry48A; Cry49A
Cyt1A-B; Cyt2A-B



Coleoptera

Cry1B, I; Cry3A-C; Cry7A
Cry8A-G; Cry9D; Cry14A
Cry18A; Cry22A-B; Cry23A
Cry34A-B; Cry35A-B; Cry36A
Cry37A; Cry43A-B; Cry55A
Cyt1A; Cyt2C

Cry5A-B; Cry6A-B
Cry12A; Cry13A
Cry14A; Cry21A
Cry55A



Rhabditida

δ -Endotoxins



Cry31A
Cry41A
Cry42A
Cry45A
Cry46A



**Human-cancer
cells**

Cry2A
Cry3A
Cry11A



Hemiptera

Cry3A
Cry5A
Cry22A



Hymenoptera

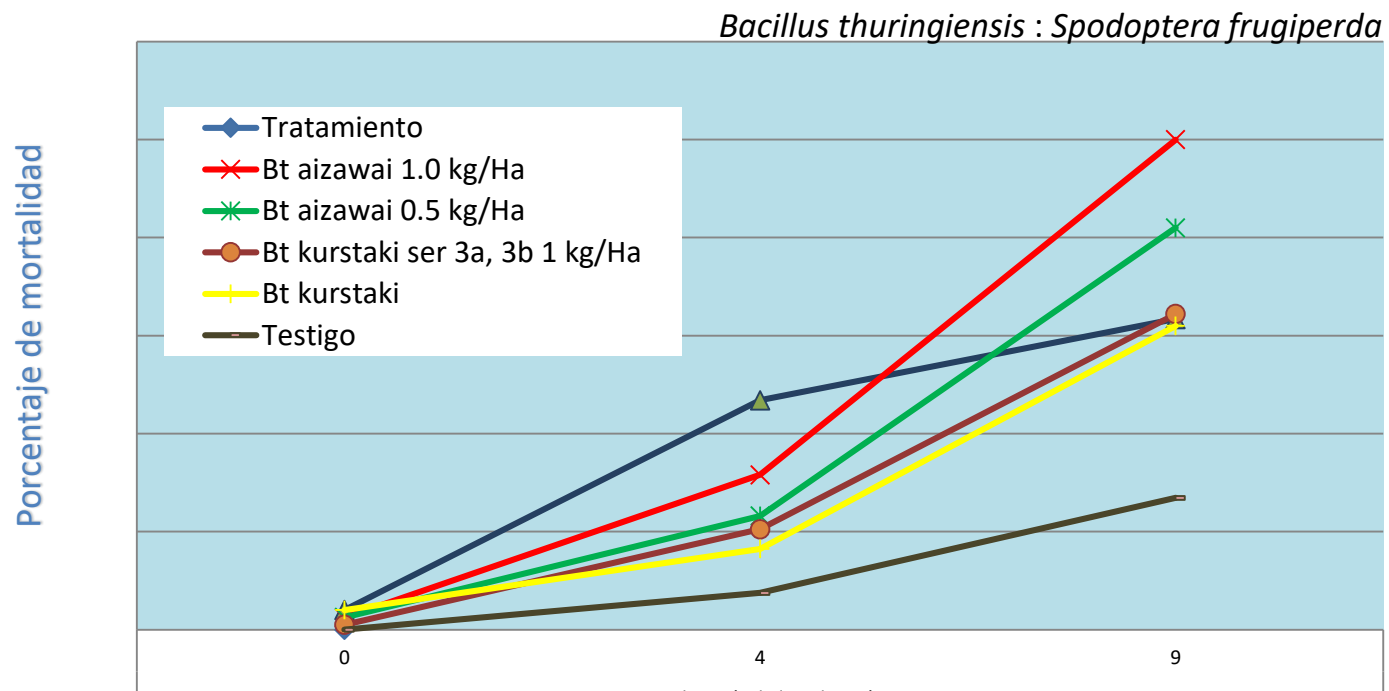
Cry1Ab



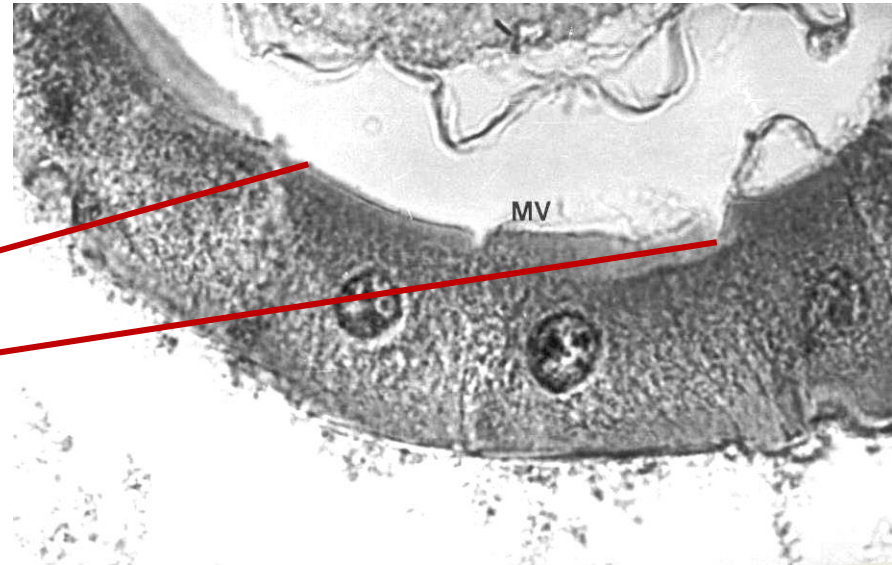
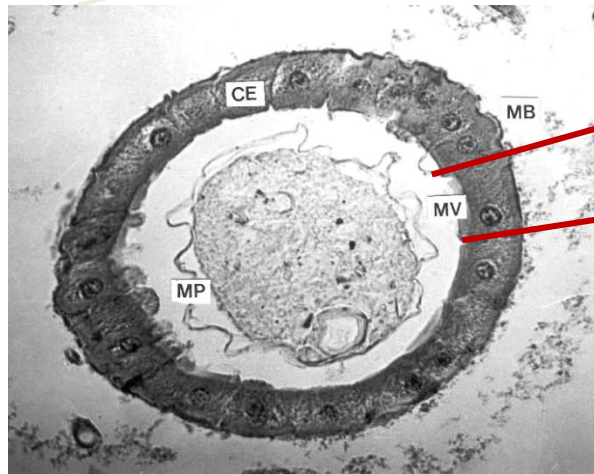
Gastropoda



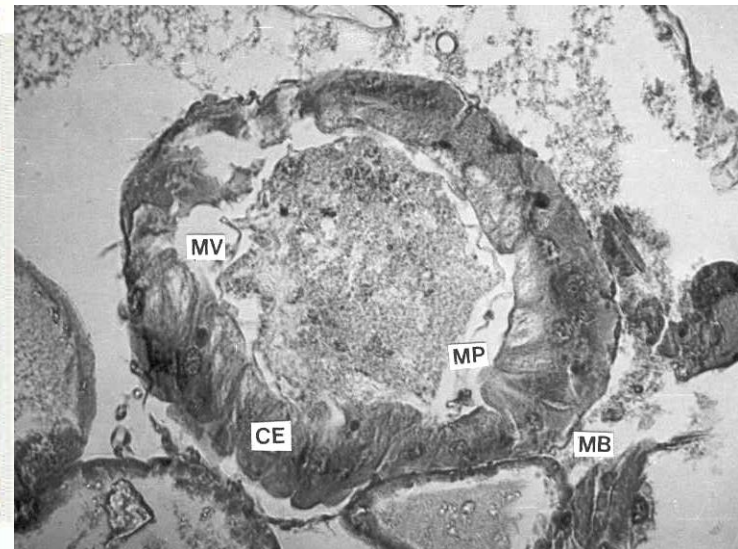
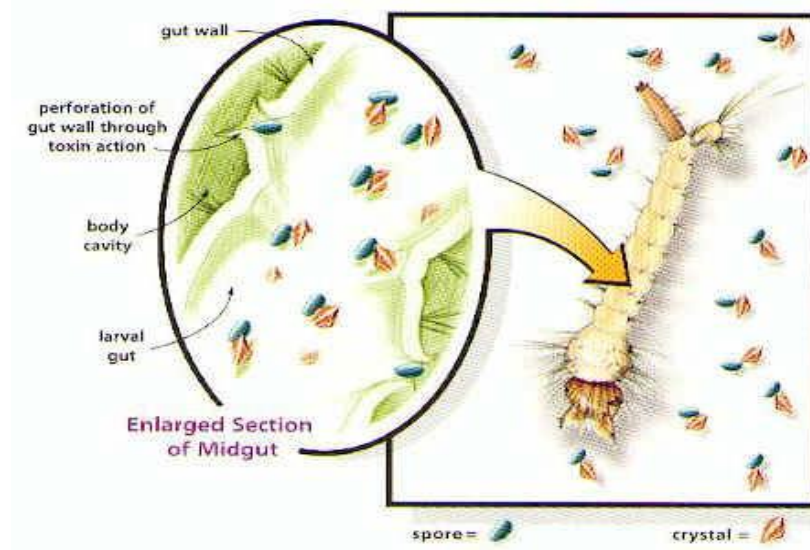
Manejo microbiano: entomopatógenos



Bacillus thuringiensis var. *israelensis*



Destrucción del epitelio intestinal



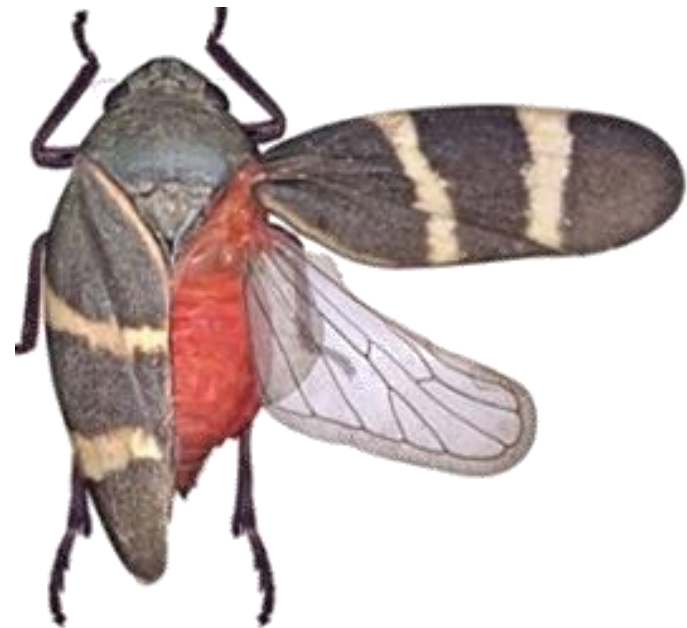
Desarrollo de productos bioinsecticidas, **¿NOVEDAD?**

- De 1960 -1980s, el mercado estuvo estático con ventas alrededor de \$20-25m, relacionado con productos formulados con la bacteria, *Bacillus thuringiensis* (Bt).
- Entre 1989 y 1992, el mercado de los insecticidas microbianos creció rápidamente en términos de porcentaje, a un mínimo de \$45m y a un máximo de \$60m.

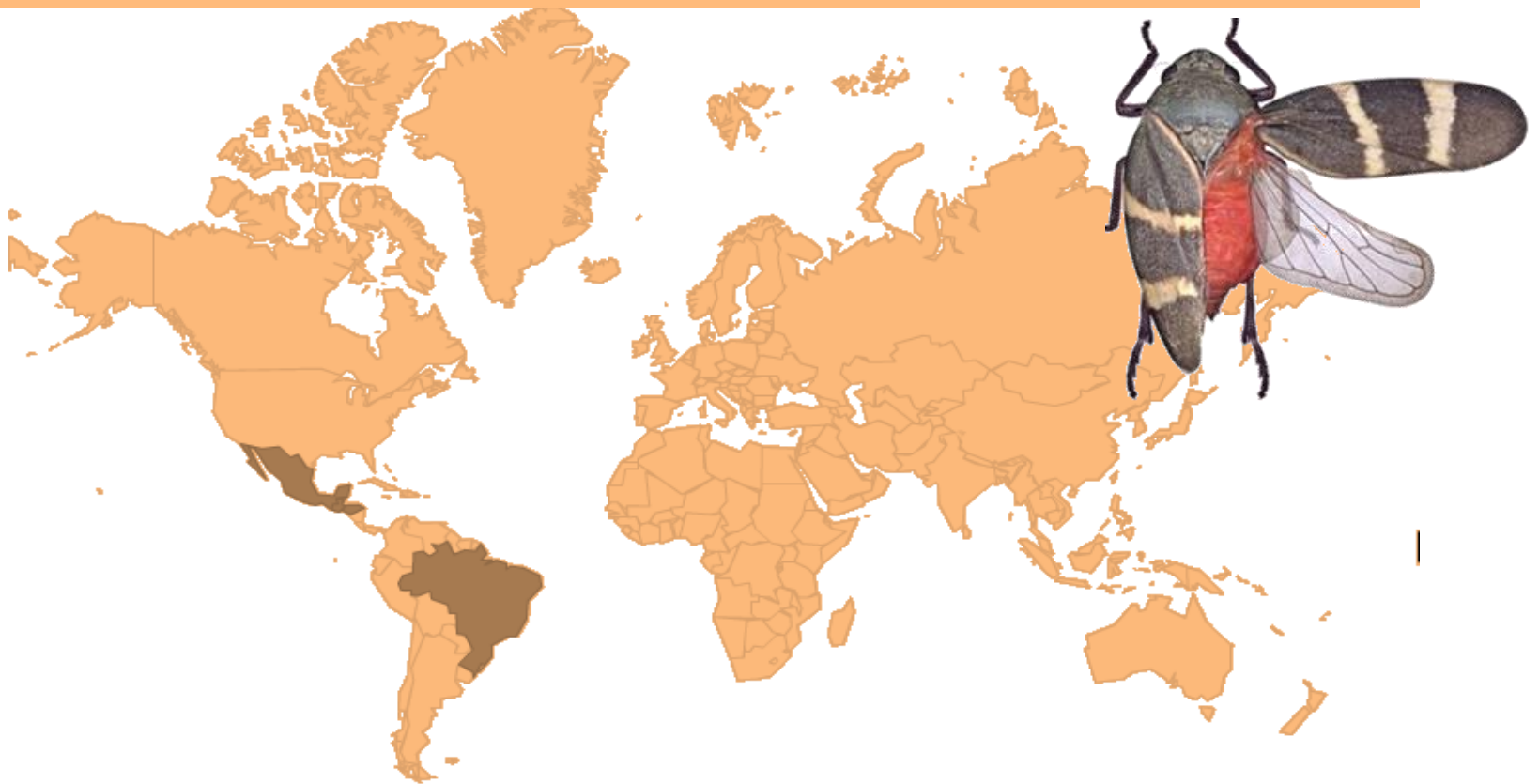
INCREMENTO:

- nuevos productos basados en nuevas razas de Bt – incremento de insectos blanco,
- mejores formulaciones incrementaron la competitividad del mercado favoreciendo la entrada de mayor número de compañías.
- **Productos de alta calidad de productos mejorados, conocimiento de cómo y por qué funcionan los bioplaguicidas.**

El uso de *Metarhizium anisopliae* contra el salivazo en caña de azúcar es uno de los programas de control biológico mas exitosos y duraderos en el mundo.

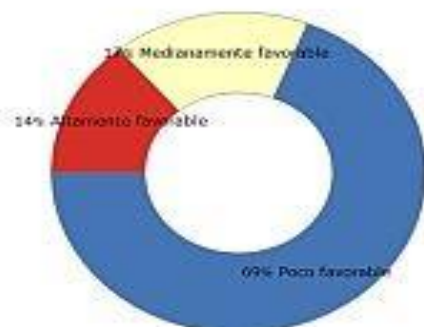
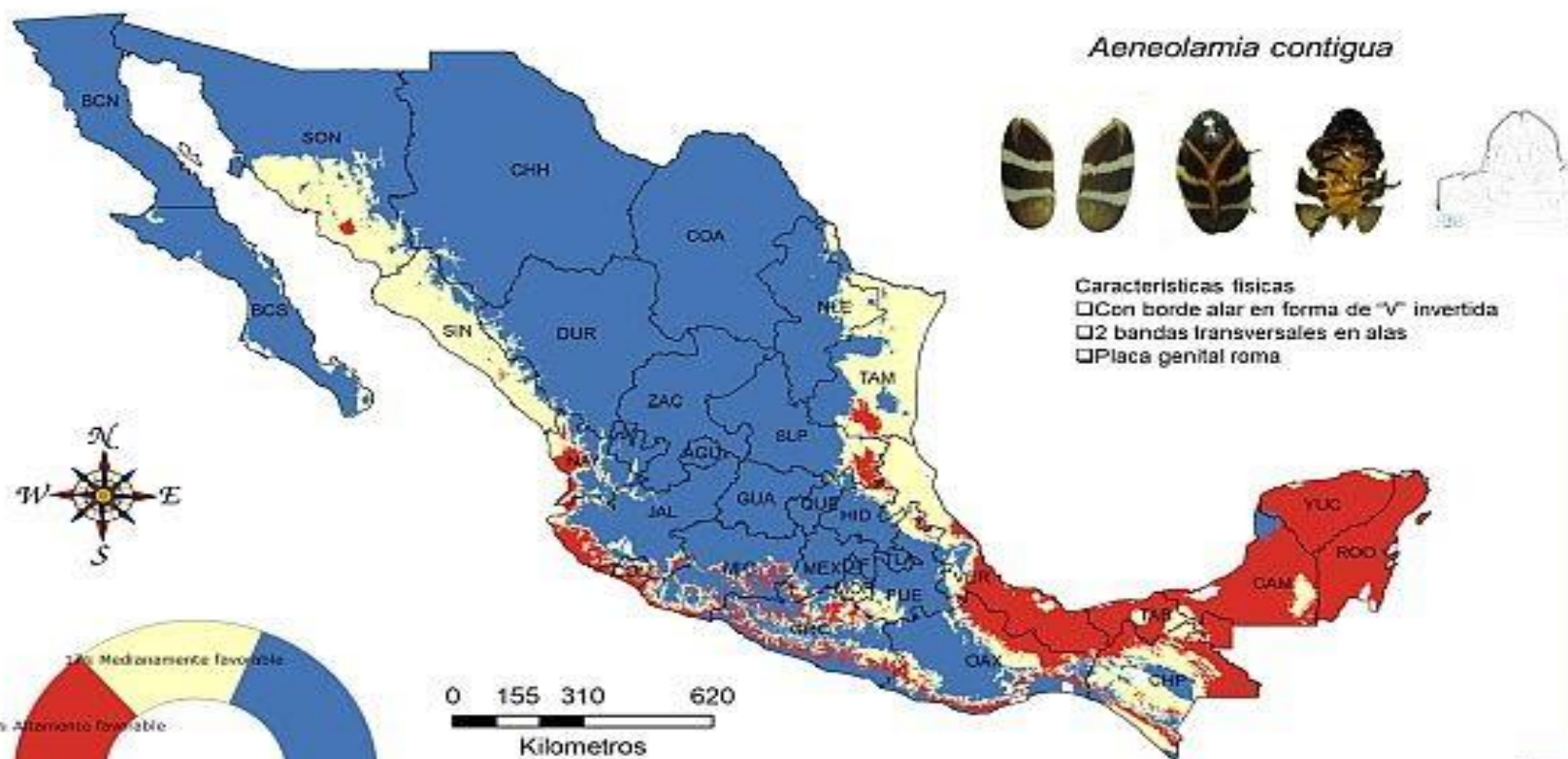


Principales plagas de la caña de azúcar: salivazos *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1855), *Mahanarva posticata* (Stål, 1854); *Aeneolamia* spp., *Prosapia* spp. (Hemiptera: Cercopidae).

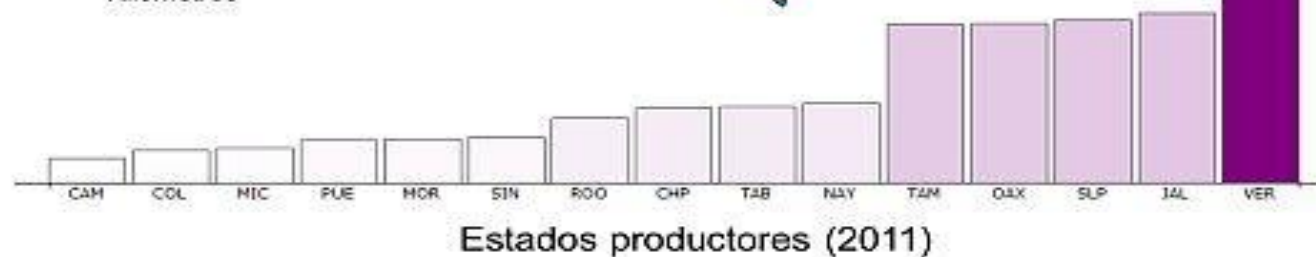


Distribución de la mosca pinta: México, Belice,
Guatemala, Honduras Colombia y Brasil

Zonas favorables para *Aeneolamia contigua* en México



0 155 310 620
Kilometros



DESARROLLO



NINFAS



HUEVOS



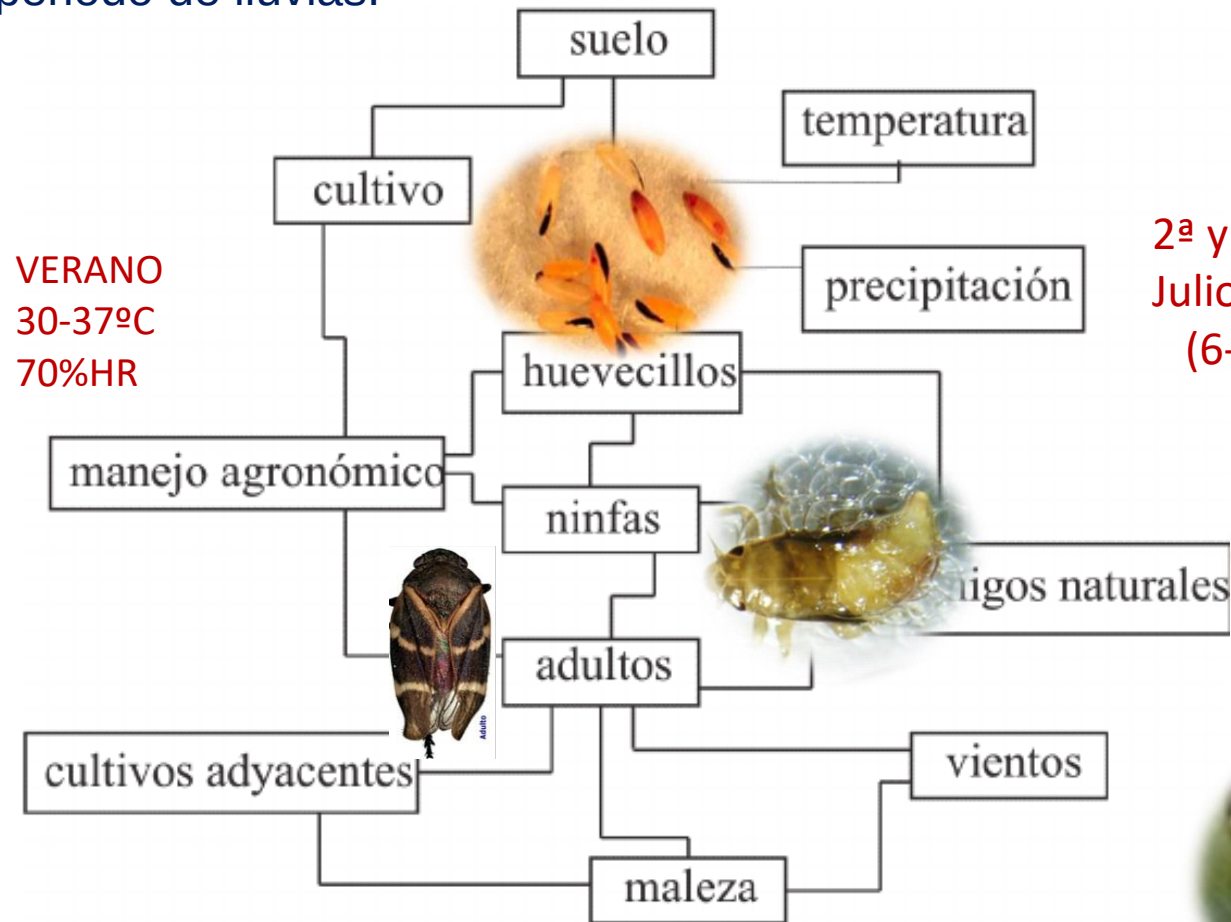
¿Subsiste el problema de salivazo después de la quema?



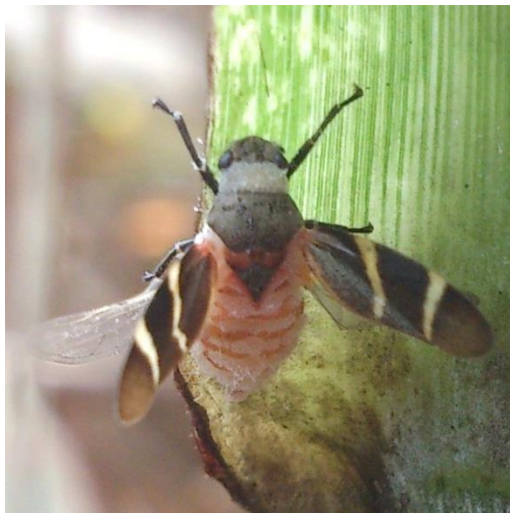
Manejo de la mosca pinta/salivazo

Perdidas arriba del 40% en producción en varios estados de desarrollo durante el periodo de lluvias.

Componentes de un modelo de riesgo



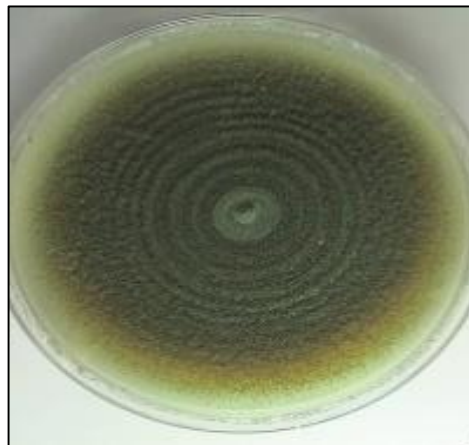
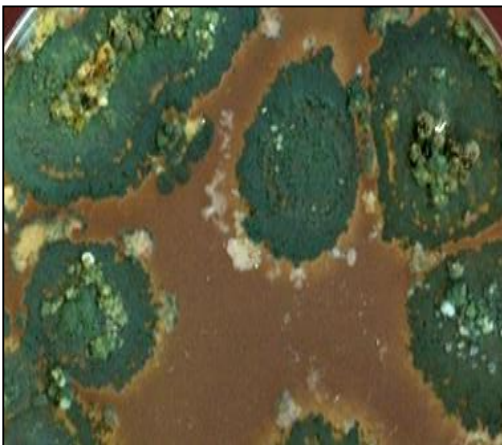
ENTOMOPATÓGENOS ASOCIADOS



Metarhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales), como insecticida biológico, se ha generalizado en diferentes áreas cañeras,



Mosca pinta
En
Caña de azúcar
Metarhizium anisopliae .
INUNDACIÓN



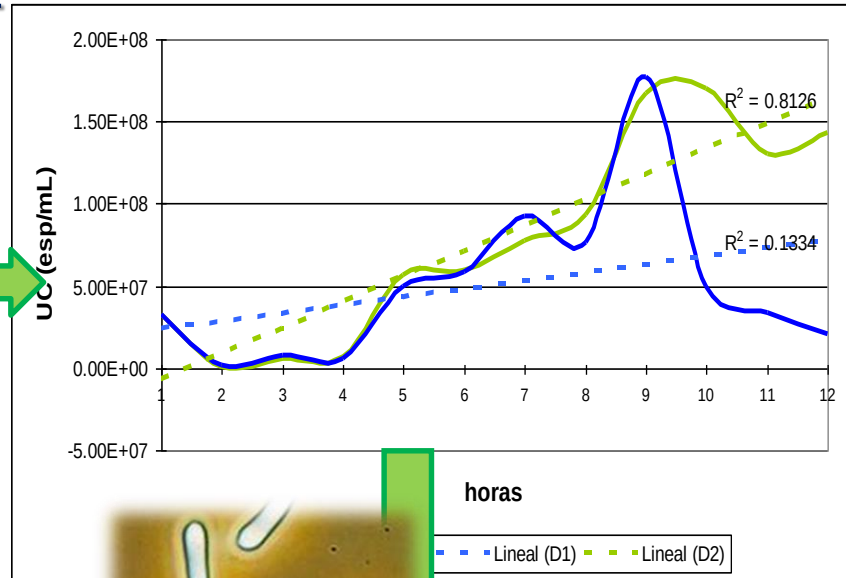
Ingenios:

San Miguel del Naranjo, SLP;
El Refugio S.A. de CV
(Oaxaca); Sta Rosalia de la
Chontalpa S.A. de C.V.
Cárdenas, Tabasco; La Gloria
(Jareros, Ver.); Huixtla;
Constancia y Motzorongo.

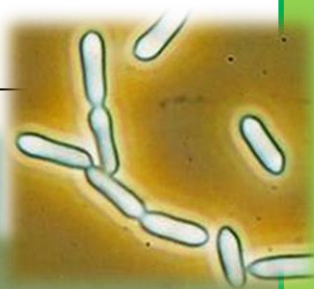
Producción masiva-Metarhizium

Curva de crecimiento

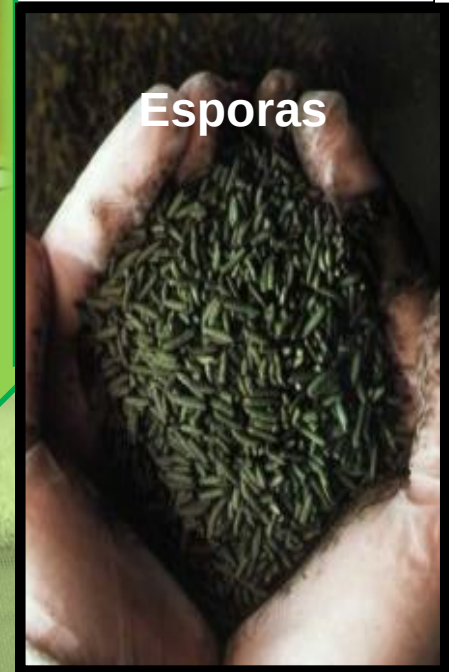
Método bifáico.



cultivo líquido



sustrato sólido
(arroz)



DESARROLLO TECNOLÓGICO: Adopción de la estrategia de control

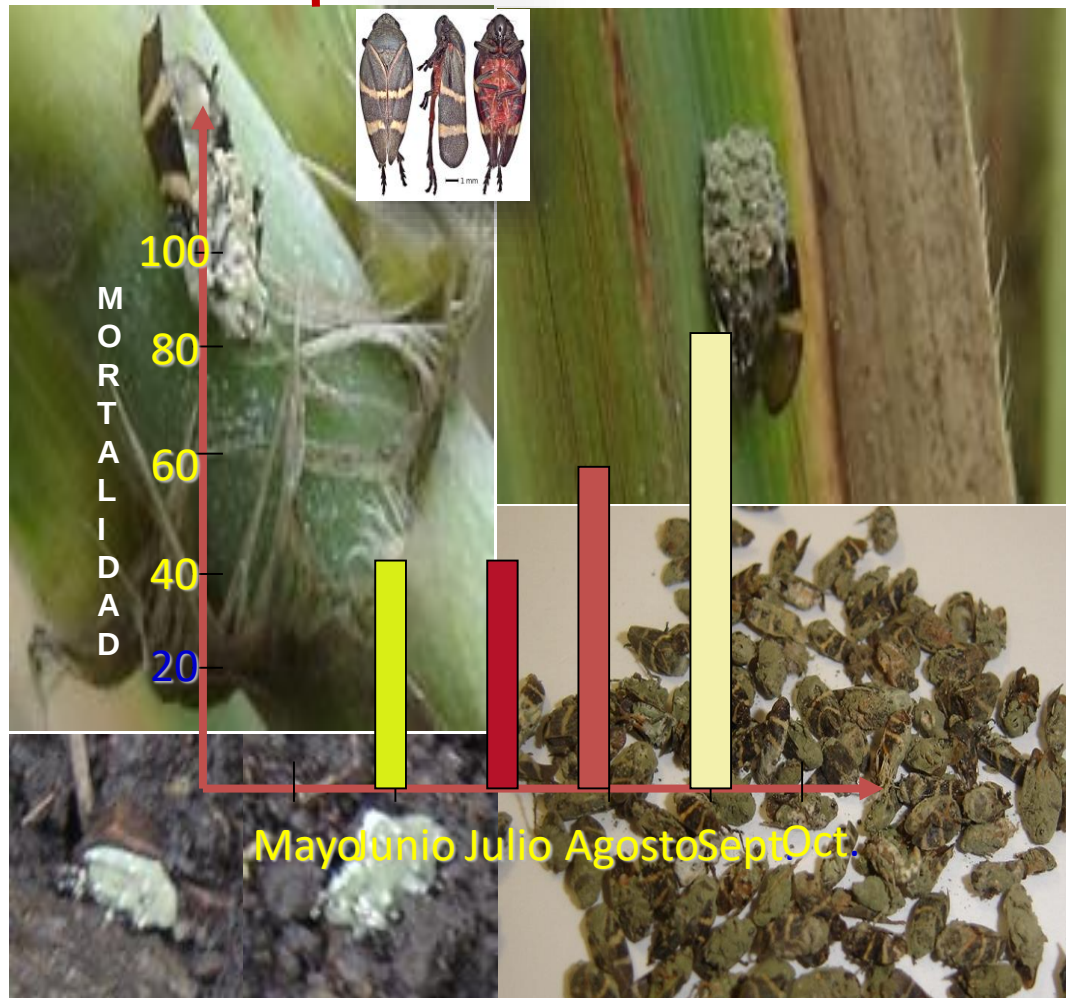


PROBLEMA

Aeneolamia spp.

SOLUCIÓN PREVISTA

Metarhizium anisopliae



LANGOSTA VOLADORA / CHAPULIN DE LA MILPA (Orthoptera: Acrididae)

PROBLEMA: Schistocerca piceifrons



¿SOLUCIÓN?: *Metarhizium acridum*

Como aplicar?

Donde adquirir el producto?

Como evaluar?

Metarhizium acridum

Bioinsecticida reportado que mata 70%–90% de las langostas tratadas en 14–20 días en condiciones de campo.

Green Muscle es un bioinsecticida desarrollado y comercializado desde 2001 por LUBILOSA (Lutte Biologique, contra la Langosta del desierto) que mata tanto langostas como chapulines y presenta bajo riesgo para el ambiente.

Fue usado en forma exitosa para detener la infestación de langosta en el parque nacional Iku-Katavi en Tanzania en 2009; en donde se trataron cerca de 10 000 hectáreas para proteger y asegurar la vida de los animales dentro del área.

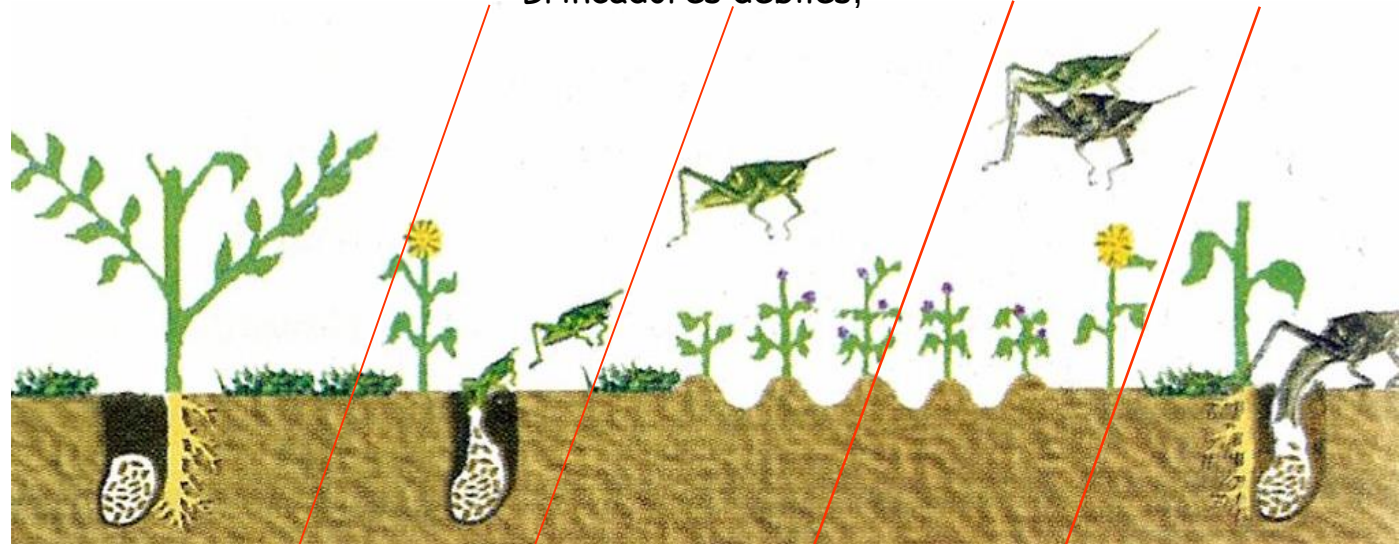
El producto también fue utilizado en un brote reciente de langosta 2019/2020 para tratar mas de 230 000 hectáreas en el norte de Africa, lo que permitio ayudar cerca de 20 millones de personas en Kenya, Uganda, South Sudan, Somalia, Ethiopia y Tanzania para combartir la inseguridad alimentaria.

CASO ESPECIFICO: SEGUIMIENTO MANEJO MICROBIANO

Sphenarium purpurascens

Brincadores débiles,

no voladores



Diapausa

Eclosión

Desarrollo

Madurez

Oviposición

MAYO

JUNIO

JULIO

AGOSTO

SEPTIEMBRE

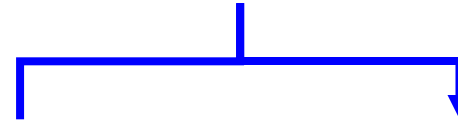
OCTUBRE

PROBLEMA

SOLUCIÓN PREVISTA

Sphenarium purpurascens

Metarhizium acridum



MANEJO DEL CHAPULÍN Y LA LANGOSTA VOLADORA

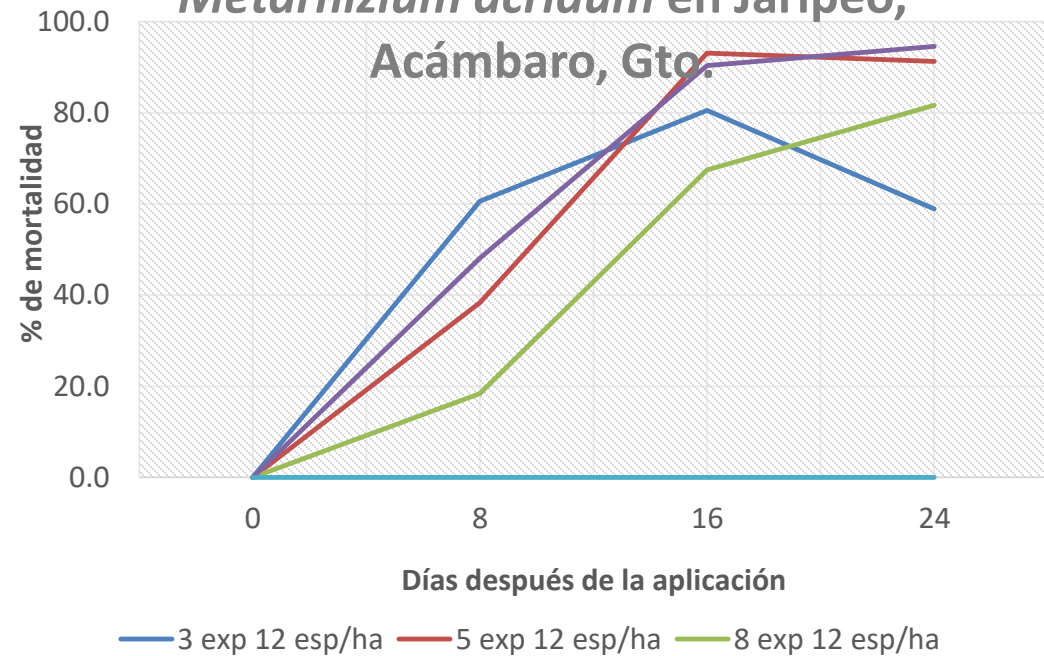
Metarhizium acridum, 1×10^{13} conidias / ha



Control del Chapulín de la milpa



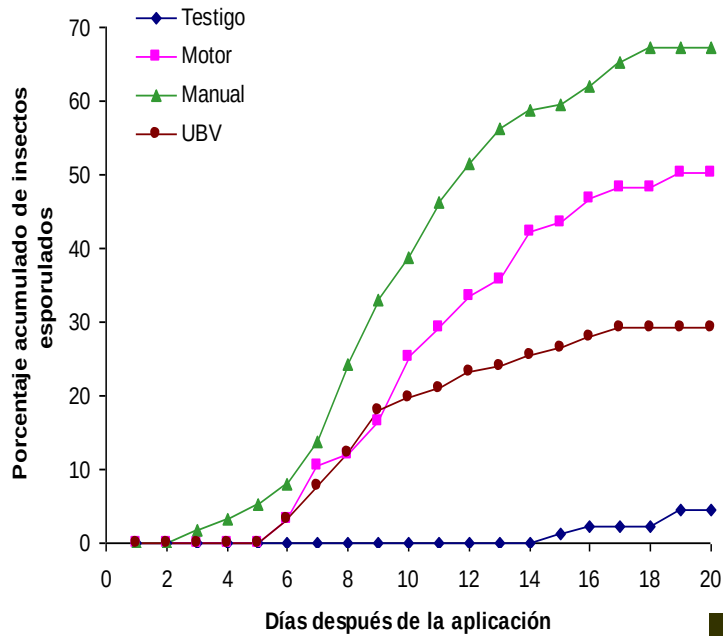
Mortalidad de *Sphenarium purpurascens* con diferentes dosis de *Metarhizium acridum* en Jaripeo, Acámbaro, Gto.



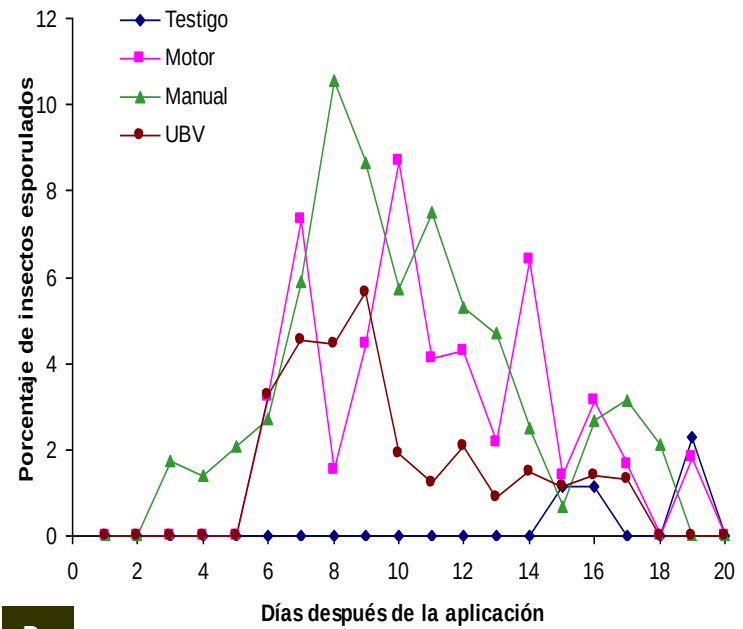




Importancia del equipo de aplicación



A



B

Mortalidad y porcentaje promedio de esporulación acumulada (A) y diaria (B) de *Metarhizium anisopliae* sobre *S. purpuracens* después de aplicar con tres equipos (testigo).

Metarhizium acridum

chapulín y langosta voladora



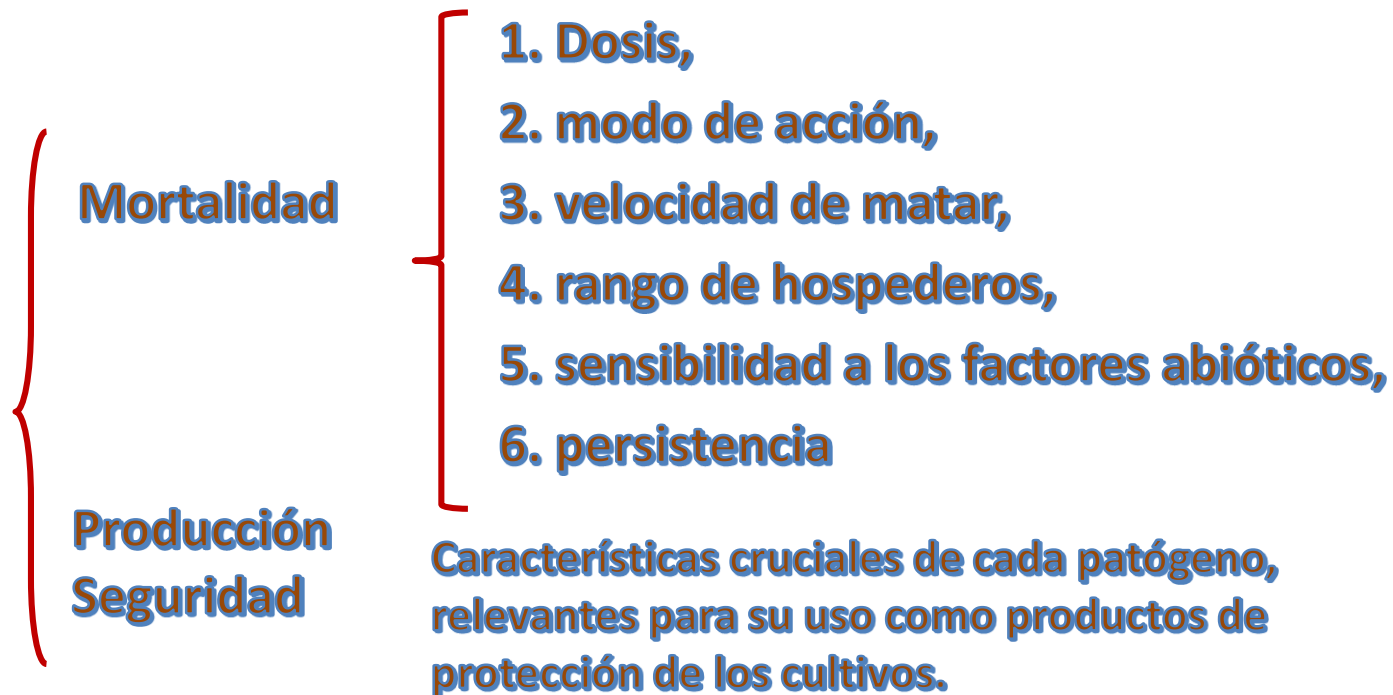
¿SON NECESARIOS LOS BIOINSECTICIDAS?

La mayoría de los patógenos de insectos son aplicados usando una estrategia de **inundación**. O sea en grandes números, en altas densidades de población plaga, con la esperanza de suprimir a la plaga de forma inmediata.

Sin embargo en realidad la replicación del patógeno y muerte del hospedero toma varios días. También es posible que algunos patógenos y en algunas plagas, el control efectivo dependa del **reciclaje secundario** del patógeno.

Los patógenos de insectos han sido usados en forma exitosa como agentes de **control biológico clásico**, con un número limitado de introducciones resultando en la reducción de la plaga a largo plazo.

Factores relevantes en el proceso de selección – comercialización del entomopatógeno



GRACIAS

alatoros@colpos.mx

595 109 7867