



**Efecto de dos concentraciones de los  
nematodos entomopatógenos  
*Heterorhabditis bacteriophora* y  
*Steinernema carpocapsae* para el control  
de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en  
el cultivo de maíz**

# Introducción

- Maiz (*Zea mays*)
- Primer grano básico
- 40% de la tierra arable cultivada
- 1.58 toneladas por hectárea
- Sistemas de producción mixtos
- Variedades mejoradas



(FAO 2014)

(Roca *et al.* 2013)

# *Spodoptera frugiperda*

- Alta tasa de dispersión
- Plaga de suma importancia para el maíz



*Spodoptera frugiperda*

# Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*



**PUPA**  
(6-13 DÍAS)



**ADULTO**  
(6-20 DÍAS)

LAS HEMBRAS PONEN  
UNOS MIL HUEVECILLOS  
EN GRUPOS DE 50 A 150 HUEVOS



**HUEVECILLO**  
(2-5 DÍAS)



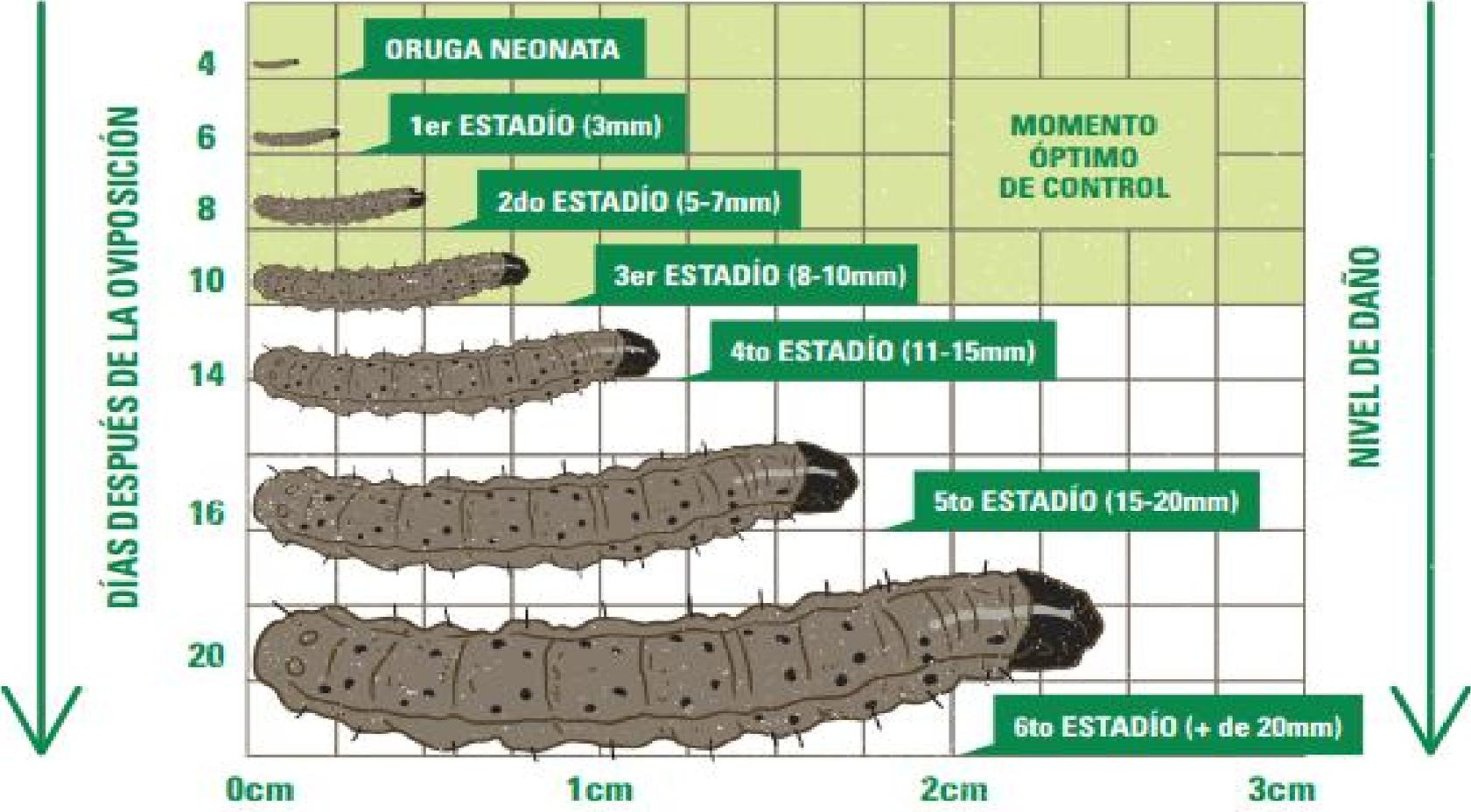
**ATAQUE DE LA LARVA  
AL COGOLLO**  
(6 ESTADIOS: 17-32 DÍAS)



**LARVAS  
NEONATAS**



# Instares larvales de *S. frugiperda*



# Daños en el maíz



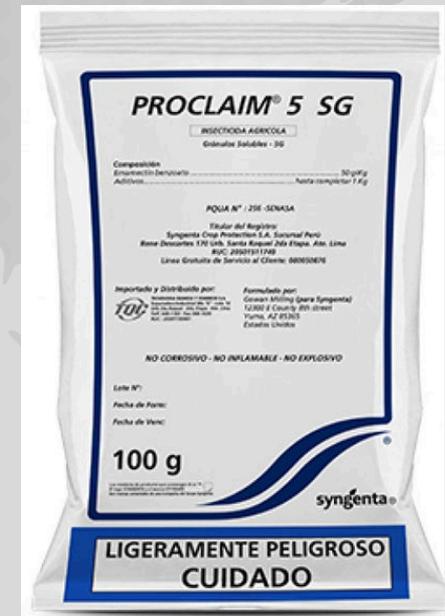
# Prácticas culturales

- Eliminación de rastrojos
- Eliminación de malezas



# Control químico

- Aplicaciones de Benzoato de Emamectina  
- *Streptomyces avermitilis*



# Control fitogenético

- Maíz genéticamente modificado
- Proteínas de *Bacillus thuringiensis*



Empresa de producción de semillas

# Control biológico

- *Bacillus thuringiensis*
- *Telenomus remus*
- *Apanteles sp.*
- *Nematodos entomopatógenos*



Producto comercial DiPel

# Nematodos entomopatógenos

## *Heterorhabditis bacteriophora*

- Posee relación simbiótica con *Photorhabdus luminescens* con característica de presentar un color rojo ladrillo en los hospederos infectados.
- Desplazamiento activo (crucero).

## *Steinernema carpocapsae*

- Posee relación simbiótica con *Xenorhabdus nematophila*, presenta un color crema en los hospedero infectados.
- Desplazamiento lento, inmóvil (emboscador)

(Campbell y Gaugler 1993)

# Objetivos

- Determinar la efectividad de las concentraciones 400 y 200 millones por hectárea de los nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae* en el control de *Spodoptera frugiperda*.
- Determinar el instar larval más susceptible de *Spodoptera frugiperda* utilizando ambas especies.

# Materiales y Métodos

## Ubicación

- Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 800 msnm, temperaturas máximas y mínimas promedio de 31° y 19°C. En la estación experimental de control biológico.

Se realizaron dos ensayos:

1. En Campo ( Lote #1)
2. Casa maya.



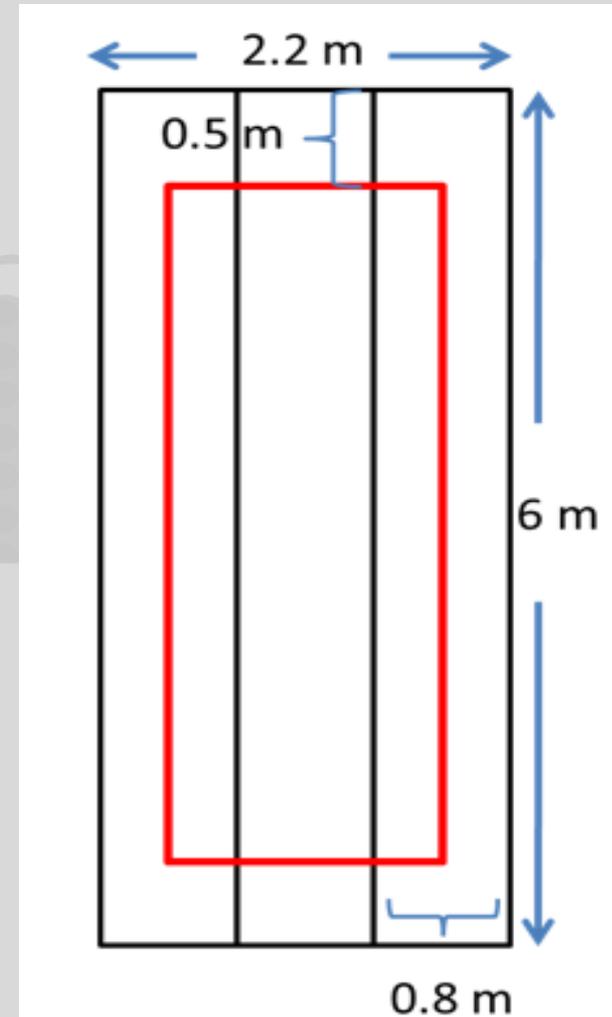
# Tratamientos evaluados

Especie de nematodo	Concentración por hectárea
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	200 millones
	400 millones
<i>Steinernema carpocapsae</i>	200 millones
	400 millones
Benzoato de Emamectina	150 gr
Testigo	0

# Establecimiento del experimento

## En campo:

- La unidad experimental consistió en dos hileras de 6 m de largo × 2.20 m de ancho.
  1. Inoculación de larvas.
  2. Muestreo de establecimiento.
  3. Muestreo de mortalidad, 10 plantas centrales por unidad experimental



# Establecimiento del experimento

## En casa malla:

- La unidad experimental consistió en un masetero con 5 plantas.
  1. Inoculación con larvas
  2. Muestreo de establecimiento
  3. Muestreo de mortalidad, 5 plantas por unidad experimental.



# Aplicación de los tratamientos

- Se realizó una sola aplicación
- Directamente al cogollo
- La aplicación se realizó 24 horas después de la inoculación

## **En campo:**

- Jacto PJH-20
- 200 Lt/ha

## **En la casa malla:**

- Atomizador de mano
- 10 ml por unidad experimental



# Muestreo de mortalidad

- Tres días después de la aplicación
- Follaje (cogollo)
- Contabilizó la mortalidad



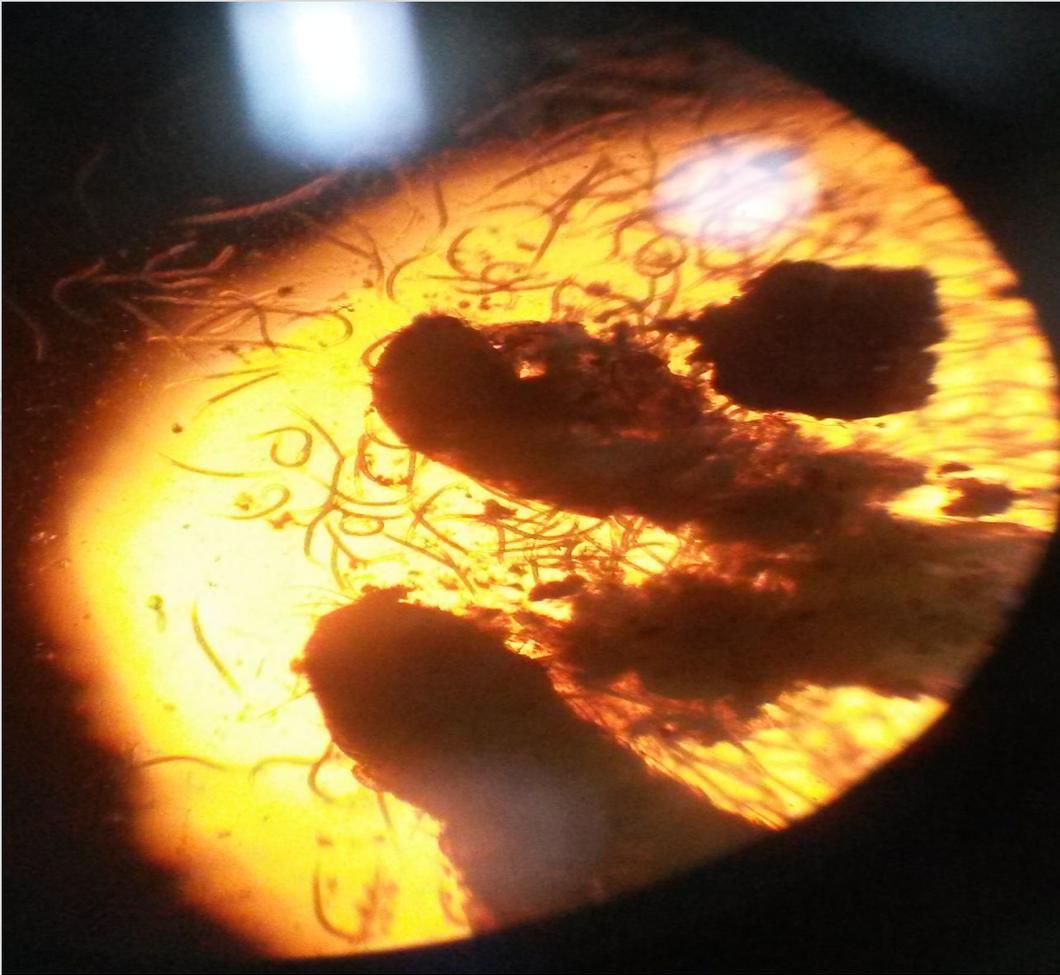
# Recolección de insectos

## Larvas

- Colocados en platos de Petri



# Disección de larvas de *S. frugiperda*



Vista microscópica de larva infectado por nematodos

# Diseño experimental

- Ambos experimentos
- Diseño de bloques completos al azar (BCA)
- Cuatro repeticiones
- 24 unidades experimentales

## Modelo general lineal

### Análisis de Varianza

- $P \leq 0.05$

### Separación de medias

- Duncan

- SAS<sup>®</sup> version 9.4



# **Resultados y Discusión**

Cuadro 1. Evaluación de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* en cinco instares larvales al ser expuestos a los nematodos *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae*.

Tratamiento	Porcentaje de mortalidad				
	1 <sup>er</sup> Instar	2 <sup>do</sup> Instar	3 <sup>er</sup> Instar	4 <sup>to</sup> Instar	5 <sup>to</sup> Instar
<i>H. bacteriophora</i> 2 10 <sup>8</sup>	75 b	82 ab	75 b	82 b	82 c
<i>H. bacteriophora</i> 4 10 <sup>8</sup>	94 a	88 ab	84 ab	92 ab	95 ab
<i>S. carpocapsae</i> 2 10 <sup>8</sup>	88 ab	69 b	79 b	95 ab	85 bc
<i>S. carpocapsae</i> 4 10 <sup>8</sup>	88 ab	88 ab	84 ab	95 ab	90 abc
Benzoato de Emamectina	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Testigo	6 c	6 c	9 c	5 b	8 d
P	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
R <sup>2</sup>	0.92	0.89	0.92	0.96	0.96
C.V.	15.31	18.24	15.10	10.58	9.76

Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

(Negrisoli et al. 2010)

Cuadro 2. Evaluación de las concentraciones de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae* en el porcentaje de mortalidad de cinco instares de *Spodoptera frugiperda*.

Instar Larval	<i>H. bacteriophora</i>		<i>S. carpocapsae</i>		Testigo	
	2 10 <sup>8</sup>	4 10 <sup>8</sup>	2 10 <sup>8</sup>	4 10 <sup>8</sup>	Químico	Agua
Primero	75	94	88 a	88	100	6
Segundo	81	88	69 b	88	100	6
Tercero	75	84	79 ab	84	100	9
Cuarto	82	92	95 a	98	100	5
Quinto	82	95	85 ab	90	100	8
P	0.8744	0.2122	0.0313	0.7133	0.7	0.2924
R <sup>2</sup>	0.2	0.5	0.6	0.2	0.3	0.5
C.V.	15.1	10.2	13	12	0.32	122

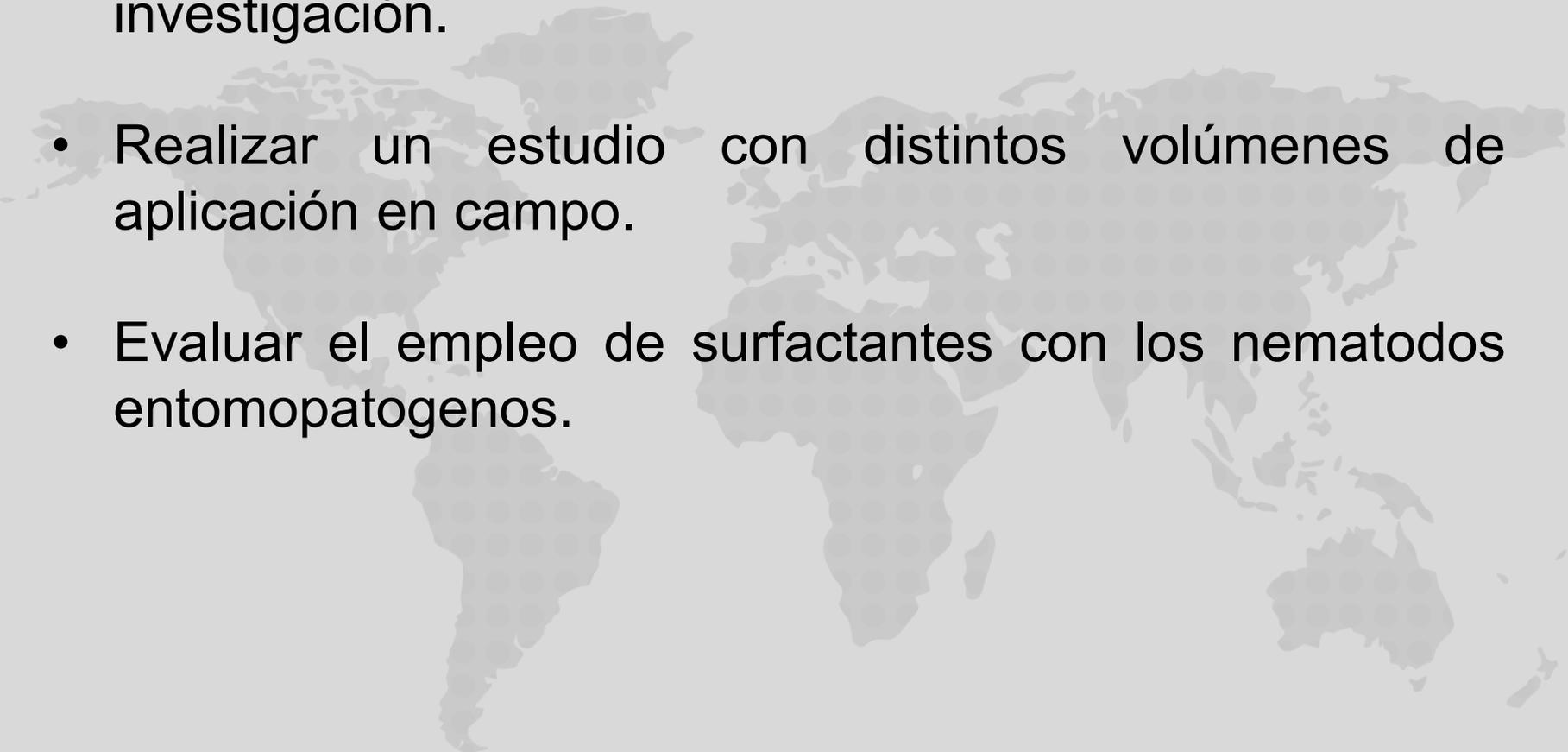
# Conclusiones

- El porcentaje de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* en el segundo, tercero y cuarto instar no se encontró diferencia significativa para los nematodos *H. bacteriophora* y *S. carpocapsae* a las concentraciones evaluadas. Pero si se encontraron diferencias significativas en el primero y quinto instar entre 200 y 400 millones de *H. bacteriophora*.
- El uso de nematodos entomopatógenos *H. bacteriophora* y *S. carpocapsae* para el control de la plaga *S. frugiperda* es efectivo, sin embargo, en la concentración de 400 millones por hectárea de ambos nematodos es donde se obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad de las larvas.

- Se puede indicar que los nematodos entomopatogenos pueden ser una alternativa al tratamiento químico con Benzoato de Emamectina.



# Recomendaciones

- Realizar un estudio en campo con distintas concentraciones a las presentadas en esta investigación.
  - Realizar un estudio con distintos volúmenes de aplicación en campo.
  - Evaluar el empleo de surfactantes con los nematodos entomopatogenos.
- 

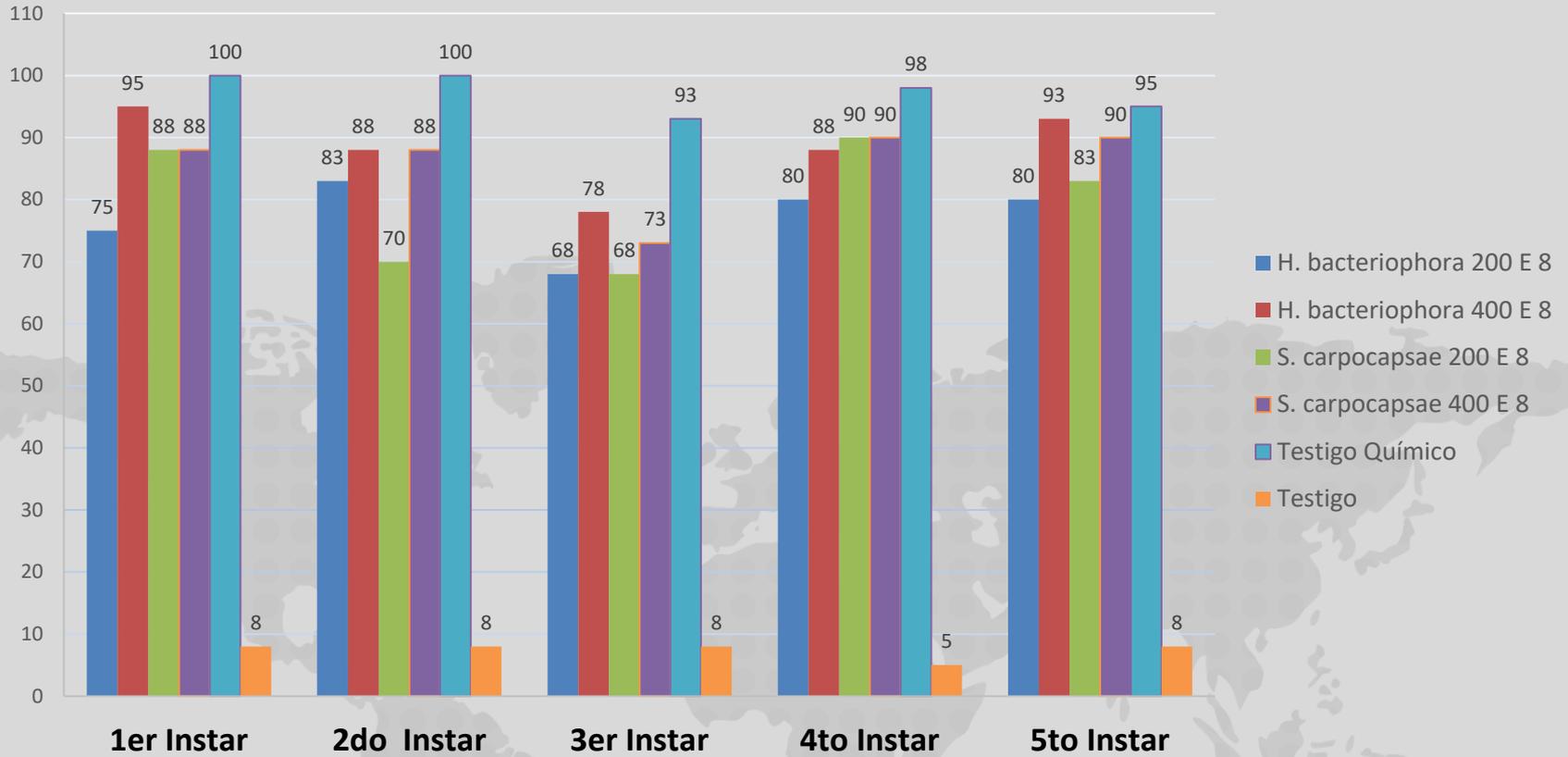


Desde 1942 al Servicio de las  
Américas y del Mundo



**¡Gracias!**

## Mortalidad Spodoptera frugiperda



	REP	H200B	H400B	S200c	S400C	Proclaim	Testigo	
1instar	1	4	4	4	4	4	4	3
2instar	1	4	4	4	4	4	4	2
3instar	1	7	8	6	7	9	9	2
4instar	1	6	9	8	9	10	10	0
5instar	1	8	9	8	8	9	9	1
1instar	2	3	4	3	4	4	4	3
2instar	2	3	4	4	4	4	4	2
3instar	2	9	8	6	8	9	9	0
4instar	2	7	7	10	7	9	9	1
5instar	2	9	10	8	10	9	9	1
1instar	3	4	4	4	3	4	4	0
2instar	3	4	4	4	3	4	4	2
3instar	3	5	6	7	7	9	9	0
4instar	3	9	9	10	10	10	10	1
5instar	3	7	9	9	10	10	10	0
1instar	4	3	4	3	4	4	4	0
2instar	4	3	4	3	2	4	4	2
3instar	4	6	9	8	7	10	10	1
4instar	4	10	10	8	8	10	10	0
5instar	4	8	9	8	9	10	10	1