



Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos

Biological control of *Spodoptera frugiperda* in *Zea mays* culture: Use of entomopathogenic nematodes

Junior Sánchez Jara¹; Jorge Valle Delgado¹; Edgar Pérez Tesén²; María Neira de Perales^{2,*}; Carmen Calderón Arias¹

¹ Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Calle Juan XXIII, Lambayeque, Perú.

² Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Laboratorio de Controladores Biológicos. Estación Experimental Agraria Vista Florida. Chiclayo, Lambayeque, Perú.

Received May 17, 2019. Accepted December 16, 2019.

Resumen

Con el objetivo de determinar el control biológico del *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz con nematodos entomopatógenos, se propuso realizar pruebas en los invernaderos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), utilizando nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis*) con cuatro diferentes concentraciones (200, 300, 500 y 750 infectivos juveniles por tratamiento), lo que nos permitió determinar la concentración letal media (CL50-48), porcentaje de mortalidad y daño en plantas de maíz por el cogollero. Mediante análisis Probit al 95% se obtuvo que la CL50-48 para *H. bacteriophora* fue 182,58 ljs/larva y para *H. sp* (nativo), fue 262,68 ljs/larva. La prueba de Anova y de comparación simultánea de Tuckey encontró diferencias significativas ($p = 0,005$) entre algunas concentraciones de los tratamientos, estableciendo que el mejor nematodo para combatir las larvas de cogollero fue *H. bacteriophora*, con el menor porcentaje de daño en planta (53,33%) y la mayor mortalidad (84,44%) en una concentración de 750 ljs/larva. A comparación del tratamiento con *H. sp* (nativo), que obtuvo mayor porcentaje de daño en planta (83,33%) y la menor mortalidad (46,66%) en una concentración de 200 ljs/larva.

Palabras clave: control biológico; nematodos entomopatógenos; *Heterorhabditis* nativo; *H. bacteriophora* Poinar; *S. frugiperda*.

Abstract

In order to determine the biological control of *Spodoptera frugiperda* in the cultivation of corn with entomopathogenic nematodes, it was proposed to perform tests in the greenhouses of the National Agricultural Innovation Institute (INIA) using entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditis*) with four different concentrations (200, 300, 500 and 750 juvenile infectives per treatment), which allowed us to determine the mean lethal concentration (LC50-48), percentage of mortality and damage in corn plants by the cogollero. The 95% Probit analysis showed that the LC50-48 for *H. bacteriophora* was 182.58 ljs / larva and for *H. sp* (native), it was 262.68 ljs / larva. The Anova test and the simultaneous comparison of Tuckey found significant differences ($p = 0.005$) between some concentrations of the treatments, establishing that the best nematode to fight the larvae of the bud was *H. bacteriophora*, with the lowest percentage of damage in the plant (53.33%) and the highest mortality (84.44%) at a concentration of 750 ljs / larva. Compared to the treatment with *H. sp* (native), which obtained a higher percentage of plant damage (83.33%) and the lowest mortality (46.66%) at a concentration of 200 ljs / larva.

Keywords: biological control; entomopathogenic nematodes; *Heterorhabditis* native; *H. bacteriophora* Poinar; *S. frugiperda*.

1. Introducción

El maíz amarillo duro a nivel mundial es uno de los tres cereales más importantes y antiguos que se conoce. En producción, en

2012 ocupó el primer lugar a nivel mundial. En Perú es un cultivo importante, ya que sirve como materia prima en la elaboración de alimento, se siembra mayormente en la

How to cite this article:

Sánchez, J.; Valle, J.; Pérez, E.; Neira, M.; Calderón, C. 2019. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria* 10(4): 551-557.

* Corresponding author
E-mail: eneira@inia.gob.pe (M. Neira).

costa y la selva (Chura y Tejada, 2014). Las limitantes fitosanitarias de mayor impacto asociadas al cultivo de maíz (*Zea mays* L.), se destaca el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), considerado el insecto plaga más importante del cultivo en Centroamérica y Sudamérica (Santos et al., 2014). El daño económico de esta plaga generalmente es importante. El control del cogollero (*S. frugiperda*) en la agricultura moderna se basa específicamente en el uso frecuente de plaguicidas; esto sin tener en cuenta los desastres ecológicos, la mala calidad de las plantas y la salud de los animales y el hombre. Por esta razón se están realizando investigaciones y buscando alternativas para el control de esta plaga, la que es regulada biológicamente por diversas especies de parasitoides, predadores y entomopatógenos.

El uso de nematodos entomopatógenos está demostrando que puede controlar hasta 65% de la población de larvas de *Spodoptera* en el cultivo de maíz (Castruita-Esparza et al., 2017). Esto se fundamenta por los atributos que reúnen y les otorgan un interesante potencial como agentes de control biológico: tienen una amplia gama de hospedantes y capacidad para provocar altos índices de mortalidad; son ambientalmente seguros; pueden producirse a diferentes escalas mediante métodos in vivo e in vitro; los estadios infectivos (J1 ó J3) pueden ser formulados y almacenados; el registro de los productos se requiere en pocos países; son fácilmente aplicables con los equipos estándares y el riego y numerosas cepas son compatibles con diversos productos químicos y otros agentes biorreguladores (Rodríguez et al., 2012).

En el Perú se han realizado diversas investigaciones en laboratorio y en los campos de cultivo. Un ejemplo de ello, es el proyecto que se realizó con nemátodos aislados de suelos de los andes peruanos (Junín 2750 msnm) perteneciente a la especie *Heterorhabditis* sp (Parsa et al., 2006) y también en el Valle de Chavimochic para cultivos de espárragos, donde se aislaron nemátodos perteneciente al género *Heterorhabditis* (Castillo et al., 2006). En la región Lambayeque Baca (2012) realizó investigaciones sobre la eficacia parasítica del nematodo entomopatógeno *H. bacteriophora* en larvas de *Spodoptera frugiperda*, obteniendo resultados favorables para el uso de nematodos entomopatógenos en el cultivo de maíz.

El objetivo principal fue determinar el control biológico del *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz con nemá-

todos entomopatógenos. Los resultados obtenidos servirán para ser aplicados en campo y poder llevar un eficiente control biológico sobre la plaga cogollero en maíz.

2. Materiales y métodos

En la investigación la población estuvo constituida por los nematodos entomopatógenos: *Heterorhabditis* sp (nativo) y *H. bacteriophora* de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). De esta población se utilizó tres tratamientos: (T0) Grupo control, T1: *Heterorhabditis* sp (nativo) y T2: *H. bacteriophora*; donde T1 y T2 tuvieron cuatro diferentes concentraciones de infectivos juveniles (Ijs) (200, 300, 500 y 750 Ijs/larva/planta). La población de *Spodoptera frugiperda* que se consideró fue del Distrito de Reque, Lambayeque; realizando una crianza posterior en el laboratorio de Controladores Biológicos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, INIA. Cada concentración por tratamiento tuvo a 30 larvas de cogollero como unidad experimental, las mismas que fueron colocadas individualmente en plantas de maíz, sembradas en invernadero. Se realizaron en total tres repeticiones para los tratamientos, y según la cronología de la investigación cada repetición tuvo una duración de 30 días, aproximadamente.

Crianza de cogollero en laboratorio

El ciclo biológico de cogollero en laboratorio fue aproximadamente de 32 días bajo condiciones controladas (25 °C, 60% de humedad). Las primeras 60 masas de posturas de cogollero se recolectaron de los campos de cultivo de maíz; acondicionando tapers con hojas recortadas de maíz, para trasladarlas al laboratorio. Las posturas en laboratorio se mantuvieron viables utilizando hojas Higuierilla *Ricinus communis*, hasta alcanzar el estadio de pupa. Para el acondicionamiento de los adultos, se utilizaron recipientes plásticos de medio litro, conteniendo dos esponjas recortadas con miel y agua, y papel craft; recubriendo la pared interna del recipiente.

Crianza de nemátodos entomopatógenos en laboratorio

El ciclo biológico en laboratorio fue alrededor de 14 días aproximadamente bajo condiciones controladas (25 °C, 70% de humedad), utilizando el método de crianza según los protocolos mencionados por San

Blas et al. (2014), con modificaciones que se llevaron a cabo en el mismo laboratorio. Para la crianza masiva de nematodos entomopatógenos se utilizaron larvas de *Galleria mellonella*, que fueron roseadas con 15 ml de solución de nematodos entomopatógenos: *H. bacteriophora* y *H. sp* (nativo), respectivamente.

Aplicación de los tratamientos y evaluaciones

La infestación de las plantas de maíz con las larvas de cogollero y la aplicación de los tratamientos se realizó aproximadamente a los 24 días después de haber sembrado las semillas de maíz en el invernadero, cuando estas han alcanzado el estadio V5. Para calcular la concentración de infectivos juveniles, se realizó un conteo según el procedimiento planteado por Hussein et al. (2012) y se elaboró una solución de Agar al 0,1 %. Para aplicar los tratamientos se usó unos rociadores de agua, asperjando las soluciones a 15 cm y directo al lugar donde fueron depositadas las larvas L3 de cogollero.

La evaluación del daño en plantas se realizó a las 48 h posteriores a la aplicación, se tuvo que observar si las plantas de maíz presentaban vestigios de raspaduras en las hojas y/o daño en el interior del cogollo. Para la evaluación de la mortalidad a las 24 h se recolectaron larvas para verificar la parasitación y a las 48 h se registró el total de larvas muertas de cogollero.

Análisis estadístico

Para validar y comparar los resultados, se realizaron análisis de varianzas de un factor para la cantidad de plantas que registraron daño y la mortalidad, seguido de un análisis post hoc (HSD Tukey) para cada tratamiento. También se realizó un análisis de varianza con diseño de bloques aleatorizados para ambos tratamientos y un análisis comparativo simultáneo de Tukey (considerándose significativo $p < 0,05$). Para el cálculo de la Concentración Letal media a las 48 horas, se sometió los resultados a un análisis estadístico con el método paramétrico Probit, con un nivel de confianza del 95%.

3. Resultados y discusión

Se realizaron los cálculos a las diferentes concentraciones de los tratamientos y se determinó que para el tratamiento con *H. bacteriophora*, la concentración letal media a las 48 horas (CL50-48) fue 182,58 ijs/larva, alcanzando un límite superior de

271,62 y un límite inferior de 40,27 ijs/larva (Figura 1).

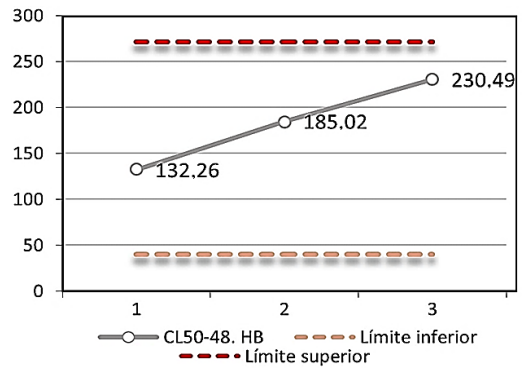


Figura 1. Variación de la Prueba de CL50-48 durante los ensayos, para el tratamiento con *H. bacteriophora*.

Para el tratamiento con *Heterorhabditis sp* (nativo), la concentración letal media a las 48 horas (CL50-48) fue 262,68 ijs/larva, alcanzando un límite superior de 640,56 y un límite inferior de 75,17 (Figura 2).

Los vestigios de daño en las hojas y del cogollo determinó que el 100% de las plantas de maíz registraron daño en el grupo control, del 68,88 a 83,33% con *H. sp* (nativo), y del 53,33 a 76,66% con *H. bacteriophora*. El análisis de varianza de un factor para el tratamiento con *H. bacteriophora*, demostró que no existieron diferencias significativas ($p = 0,089$) entre las concentraciones, en cambio para el tratamiento con *H. sp* (nativo), si existieron diferencias significativas ($p = 0,004$).

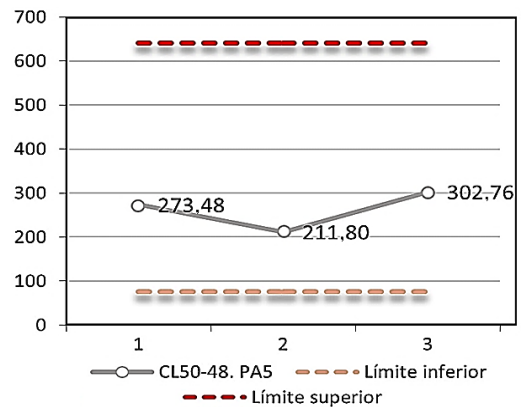


Figura. 2. Variación de la Prueba de CL50-48 durante los ensayos, para el tratamiento con *H. sp* (nativo).

La mortalidad de las larvas a las 48 horas tuvo un rango de 16,00 a 25,33 larvas muertas para el tratamiento con *H. bacteriophora*, 14,00 a 20,33 larvas muertas con *H. sp* (nativo), y ninguna larva muerta para el grupo control. Según el

análisis de varianza y prueba HSD Tukey de un solo factor, para *H. bacteriophora*, las concentraciones de 200 con 300, 300 con 500 y 500 con 750 ljs/larva, no se diferenciaron significativamente en cada grupo, pero para el tratamiento con *H. sp.*(nativo), la concentración de 750 ljs/larva, se diferenció significativamente del resto de concentraciones, no presentando diferencias significativas las concentraciones de 200 con 300 y 300 con 500 ljs/larva en cada grupo. El análisis de varianza para la mortalidad de ambos tratamientos mostró alta significancia ($p = 0,005$). Registrándose la mayor mortalidad con *H. bacteriophora* en la concentración de 750 ljs/larva, con una media de 25,33 larvas muertas y un porcentaje de mortalidad de 84,44%. La menor mortalidad se alcanzó con *H. sp* (nativo), en la concentración de 200 ljs/larva, con una media de 14 larvas muertas y un porcentaje de mortalidad de 46,66% (Tabla 1).

Tabla 1
Porcentaje de Mortalidad de las Larvas de Cogollero de los Tratamientos con *H. bacteriophora* y *H. sp* (nativo)

Concentración (ljs/larva)	<i>H. bacteriophora</i>	<i>H. sp</i>
750	84,44 %	67,77 %
500	76,66 %	56,66 %
300	64,44 %	51,11 %
200	53,33 %	46,66 %

Fuente: Elaborado basada en IBM SPSS.

Según la prueba de comparación simultánea de Tukey para ambos tratamientos, nos mostró que la concentración de 750 ljs/larva con *H. bacteriophora*, registró diferencias altamente significativas con el resto de concentraciones de ambos tratamientos, mientras que la concentración de 200 ljs/larva con *H. sp* (nativo), no se diferenció significativamente de las concentraciones de 300 ljs/larva de *H. sp.*, y 200 ljs/larva de *H. bacteriophora* (Tabla 2).

Tabla 2
Prueba de Comparación simultánea de Tukey de los Tratamientos con *H. bacteriophora* y *H. sp* (nativo)

Concentración (ljs/larva)	Promedio	1	2	3	4	5
200 sp	14,00	a				
300 sp	15,33	a	b			
200 Hb	16,00	a	b			
500 sp	17,00		b			
300 Hb	19,33			c		
750 sp	20,33			c		
500 Hb	23,00				d	e
750 Hb	25,33					e

Fuente: Elaborado en basada en Megastat-Excel.

El uso de nematodos entomopatógenos es y será uno de muchos métodos biológicos para combatir plagas de lepidópteros y otros tipos de insectos plaga. La presente investigación ha permitido no solo deter-

minar la concentración letal media de ambas especies ante la plaga de cogollero en maíz, si no que ha combinado metodologías de otras investigaciones para una eficaz aplicación. El uso de nematodos entomopatógenos se fundamenta porque poseen una gran capacidad de adaptación a nuevos ambientes, a condiciones adversas, resistencia a productos químicos, alta especificidad por insectos, inocuidad al ambiente y mamíferos, y compatibilidad con otros entomopatógenos (Rumbos y Athanassiou, 2017). Cabe resaltar que las especies de nematodos del género *Heterorhabditis* tienen una característica particular, que les permite tener una mayor infectividad con respecto a otros, esto debido a la presencia de una estructura cefálica a modo de púa en los infectivos juveniles, la cual les brinda una vía adicional de entrada al insecto (Gianfelici et al., 2014), ya que además de penetrar a través de las aberturas naturales, también pueden hacerlo perforando la cutícula (López-Llano, 2016).

En el transcurso de la presente investigación se hace mención a factores que influyeron directamente en este, por tal motivo se plantearon soluciones para estas:

La temperatura, es uno de los factores que pudo alterar directamente los resultados de la investigación, ya que influye negativamente en la actividad parasítica de los nematodos. Ya que temperaturas superiores de 35 °C a 37 °C interrumpen el ciclo de vida del nematodo, siendo la óptima 24 °C (Cajusol y Requejo, 2016). Así mismo en experimentos de laboratorio usando *Galleria mellonella* como huésped, el desarrollo de *H. bacteriophora* varió entre 10 a 32 °C por infección o mortalidad, 15 a 32 °C para el establecimiento (nematodos que ingresan al huésped) y 15 a 30 °C para la reproducción del nematodo en el host (VKM, 2014). Por tal motivo se planteó no realizar las aplicaciones de los tratamientos en la mañana o 12:00 horas, porque la temperatura alcanzaba: 37,5 °C a 42,2 °C (dependiendo del mes en que se realizó cada ensayo). Por lo tanto, se estableció que las aplicaciones se hicieran a las 18:00 horas, porque registraba una temperatura ideal para la parasitación (23,6°C a 30°C).

El factor de la desecación sobre la supervivencia de los nematodos durante la parasitación fue también un factor negativo; por lo tanto, se nos hizo necesario la utilización de una solución de Agar Nutriente al 0,1% (rango de pH de 7 – 8), el cual según Hussein et al. (2012), permite la adherencia de los infectivos juveniles en las plantas y puede mantenerlos viables para

parasitar larvas. Reportes establecidos por [Cajusol y Requejo \(2016\)](#), nos muestran que, con una concentración de 1 g de agar nutritivo por cada litro, se logra la mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* por *Heterorhabditis bacteriophora* y *Heterorhabditis sp* (nativo) en 76,6% - 86,6%, respectivamente, hasta los 30 días de almacenamiento. Indicando que el agar nutritivo mantiene la viabilidad de los nematodos por periodos más largos de tiempo y evita la resequedad de la solución sobre las plantas. Hay que tener en cuenta que factores como la humedad, el tipo de suelo, las condiciones ambientales y el modo de aplicación también pueden afectar la infectividad de los nematodos.

Es importante recalcar que los resultados obtenidos de la investigación se recopilaban a las 48 horas porque, los nematodos entomopatógenos guardan una relación mutualista con un simbionte bacteriano del género *Photorhabdus luminiscens* (Enterobacteriaceae) que alojan en su intestino, la cual les permite matar a su hospedero durante las primeras 24 a 48 horas después de la infección ([Vashisth et al., 2013](#)). Estudios realizados en *Aeneomalina* también demuestran que el control es efectivo al aplicar los nematodos entomopatógenos ([Parada, et al., 2019](#); [Pérez et al., 2018](#)). Por tal motivo se discute los resultados en los siguientes acápites:

En el parámetro de daño en las plantas de maíz, producido por las larvas de cogollero, 48 horas después de la aplicación, nos indica que durante el tiempo en que se realiza la infestación, hasta antes de la mortalidad, las larvas del tercer estadio de *S. frugiperda* pueden llegar a producir daños severos en el cultivo.

Para el número de larvas muertas por los tratamientos, el mayor porcentaje de mortalidad fue con el tratamiento *H. bacteriophora* con un 84,44%, a comparación de *H. sp* (nativa) que obtuvo un porcentaje de mortalidad de 67,77%, en la concentración de 750 ijs/larva. Estos resultados son mayores a los reportados por [Yuksel et al. \(2018\)](#), que en condiciones de laboratorio a las 48 y 96 h post aplicación, estudio la efectividad del *H. bacteriophora* y *S. carpocapsae* sobre larvas del lepidóptero: *Peridroma saucia*, obteniendo una mortalidad de 70% por *H. bacteriophora*. Resultados mayores fueron obtenidos por [Goudarzi, et al. \(2015\)](#), el cual menciona que trabajando a nivel de laboratorio e invernadero con el Lepidóptero: *Agrotis segetum*, frente al nematodo *H. bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae*, pro-

duce el 98 y 89% de mortalidad con la dosis de 100 ijs/disco Petri.

También se pudo establecer que el rango de sensibilidad al 50% difiere para cada especie de nematodo, determinando que *H. sp* (nativo), tiene un rango de sensibilidad de 200 a 300 ijs/larva, y *H. bacteriophora* tiene un rango menor o igual de 200 ijs/larva. Valores que se compararon con [Andaló et al. \(2010\)](#), quienes determinaron que la concentración de 200 IJs/larva es ideal para las pruebas en invernadero. Pruebas realizadas en campo por [Casusol y Neira \(2011\)](#), en larvas de cogollero con *H. bacteriophora*, nos muestran mortalidades de 16,2% y 23,86 %, en las concentraciones de 200 y 300 NEP/ml, respectivamente. También en pruebas realizadas en laboratorio con *C. sordidus*, con el tratamiento de *H. bacteriophora*, mostraron que el porcentaje de mortalidad alcanzó 40% y 43%, en las concentraciones de 150 y 387 NEP/insecto ([Morales, 2012](#)). Gracias a esto se pudo inferir que a partir de la concentración de 200 ijs/larva, esta es ideal para realizar los ensayos en invernadero y comprobar lo expuesto por otros investigadores.

La concentración letal media a las 48 h, para el tratamiento con *H. bacteriophora* fue 182,58 ijs/larva y para *H. sp.*, fue 262,68 ijs/larva. Resultados mayores fueron obtenidos por [Amador et al. \(2015\)](#), quien en condiciones de laboratorio obtuvo una DL50 de 375 Jll/larva, con el Picudo del banano *C. sordidus* frente a diferentes concentraciones de *H. bacteriophora*. Esto nos indica que *S. frugiperda* es una plaga con mayor susceptibilidad a este género de nematodo entomopatógeno.

Se muestra también que, durante los ensayos, *H. bacteriophora* tuvo un incremento constante de CL50 a partir del segundo y tercer ensayo. Caso contrario se produjo para *H. sp* (nativo), el cual mostró que durante el segundo ensayo tuvo una notoria disminución de CL50, en comparación al primer y segundo. Esto se puede explicar debido quizá a las fluctuaciones de temperatura que se registraban, ya que después de la aplicación durante el día, esta no se mantenía estable y pudo influir directamente en la acción parasítica y reproducción de infectivos juveniles ([VKM, 2014](#)). La calidad de la cepa también pudo ser un factor importante para la infestación, ya que el volumen de la solución varió para cada ensayo y fue diferente tanto para cada especie como para las concentraciones obtenidas. Además, existen estudios donde se manifiesta que la mortalidad de los hospederos varía entre especies de nema-

todos como los estudios de Moreno *et al.* (2012), en donde la mortalidad para cada estado ninfal de *Aeneolamia varia* varía entre las especies de nematodos y responde diferencialmente con el incremento de la dosis.

4. Conclusiones

Al final de la investigación se deduce que el mejor tratamiento para el control de larvas de cogollero en tercer estadio, se realiza con el nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora*. Se concluye que las especies de nematodos utilizadas en la presente investigación, presentan variabilidad entre ellas, debido a que su patogenicidad varía con el tipo de plaga al cual se le exponga y a la concentración sometida. Por consiguiente, la investigación queda abierta a la experimentación en campo con presencia natural de la plaga para validar los resultados y evaluar la relación económica (costo: beneficio) del uso de entomopatógenos en la producción de maíz.

Agradecimiento

Los autores quedamos profundamente agradecidos con el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA): EEA Vista Florida – Lambayeque, quien financió la presente investigación a través del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA), realizado en el marco del Proyecto 071-PI: “Diseño de un paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* “cogollero” en el cultivo de maíz amarillo duro en la Región de Lambayeque y La Libertad”.

Referencias bibliográficas

- Amador, M.; Molina, D.; Guillen, C.; Parajales, E.; Jiménez, K.; Uribe, L. 2015. Utilización del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis atacamensis* CIA-NE07 en el control del picudo del banano *Cosmopolites sordidus* en condiciones in vitro. *Agronomía Costarricense: Revista de ciencias agrícolas* 39(3): 47-60.
- Andaló, V.; Santos, V.; Furtado, G.; Costa, C.; Moino, A. 2010. Avaliação de nematoides entomopatógenicos em condições de laboratório e casa-de-vegetação visando ao controle de *Spodoptera frugiperda*. *Ciência Rural* 40(9): 1860-1866.
- Baca, Y. 2012. Eficacia parasítica del nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* sobre el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* “cogollero del maíz” en *Zea mays* “maíz” var. marginal bajo condiciones de campo. Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Perú. 57 pp.
- Cajusol, M.; Requejo, L. 2016. Conservación de nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis bacteriophora* y *Heterorhabditis sp., nativa*) en tres sustratos a diferentes tiempos y temperaturas de almacenamiento, en laboratorio. Junio 2015 - enero 2016. Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Perú. 78 pp.
- Castillo, J.; Buendía, O.; Alcázar, J.; Rosales, T. 2006. Aislamiento y Patogenicidad del Nematodo *Heterorhabditis spp.* en el suelo de Esparrago en la Irrigación de Chavimochic. Universidad Agraria de la Molina y Centro Internacional de la Papa. En LI Convención Nacional de Entomología, Perú, 9-12 nov, 2009.
- Castruita-Esparza, G.; Aquino-Bolaños, T.; Ruiz-Vega, J. 2017. Nematodos entomopatógenos, un control biológico para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae) en maíz, en los valles de Oaxaca, México. *Entomología mexicana* 4: 132-137.
- Casusol, C.; Neira, M. 2011. Efecto del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para el control de *Spodoptera frugiperda* y gusanos de tierra en maíz. En LIII Convención Nacional de Entomología, Perú, 7-10 nov, 2011.
- Chura, J.; Tejada, J. 2014. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, Perú. *IDESIA* 32(1):113-118.
- Gianfelici, M.; Bertolotti, M.; Cagnolo, S. 2014. Susceptibilidad de larvas de *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914) y *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, a tres aislados de nematodos entomopatógenos. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 1(2): 71-76.
- Goudarzi, M.; Moosavi, M.; Asadi, R. 2015. Effects of entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) and *Steinernema carpocapsae* (Weiser), in biological control of *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Noctuidae). *Turkish Journal of Entomology* 39(3): 239-250.
- Hussein, H.; Adel, M.; Gelbic, I. 2012. Efectividad del nematodo entomopatógeno *Steinernema feltiae* en formulaciones de gel agar contra larvas el Escarabajo de la Patata Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Cent. Eur.J. Biol* 7 (1): 77-82.
- López-Llano, R.A.; Soto-Giraldo, A. 2016. Aislamiento de nematodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas* 20(2): 114-123.
- Morales, F. 2012. Estimación de la concentración y tiempo letal del nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae) para el control de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de grado, Universidad Zamorano, Zamorano. Honduras. 22 pp.
- Moreno, C. A.; Baustillo, A. E.; López, J. C.; Castro, U.; Ramírez, G. 2012. Virulencia de nematodos entomopatógenos para el control del salivazo *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar. *Revista Colombiana de Entomología* 38(2): 260-265.

- Parada, O.; Alatorre, R.; Guzmán, A.; Hernández, F.; Rojas, L.; Ruiz, V. 2019. Efecto de nematodos entomopatógenos en ninfas de *Aeneolamia albofasciata* y su persistencia en suelos cañeros de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 22:115-127.
- Parsa, S.; Alcázar, J.; Salazar, J.; Kaya, K. 2006. An indigenous Peruvian entomopathogenic nematode for suppression of the Andean potato weevil. *Biological Control* 39(2): 171-178.
- Pérez, M. J.; Pérez, Y.; Álvarez J.; Ruano, R. 2018. Control Biológico del Salivazo de la Caña de Azúcar *Aeneolamia* spp., con el Nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* y los Hongos Entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* como Opción Económica y Sostenible. *Ceiba* 55(1): 21-27.
- Rodríguez, M.G.; Hernández-Ochandía, D.; Gómez, L. 2012. Nematodos entomopatógenos: elementos del desarrollo histórico y retos para su consolidación como biorreguladores en la agricultura en Cuba. *Revista de Protección Vegetal* 27(3): 137-146.
- Rumbos, C.I.; Athanassiou, C.G. 2017. The use of entomopathogenic nematodes in the control of stored-product insects. *J Pest Sci* 90: 39-49
- San Blas, E.; Pirela, D.; García, D.; Potrillo, E. 2014. Ammonia concentration at emergence and its effects on the recovery of different species of entomopathogenic nematodes. *Experimental Parasitology* 144: 1-5.
- Santos, A.; Uribe, L.; Ruiz, J.; Tabima, L.; Gómez, J.; Villamizar, L. 2014. Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* SfNPV003: compatibilidad con agroquímicos y estabilidad en condiciones de almacenamiento. *Corpoica. Ciencia y Tecnología* 15(2): 219-228.
- Vashisth, S.; Chandel, YS.; Sharma, PK. 2013. Entomopathogenic nematodes. *Agricultural Reviews* 34(3): 163-175.
- VKM. 2014. Risk assessment of the biological plant protection products Nemasys G and Nemasys H with the active organism *Heterorhabditis Bacteriophora*. Disponible en: <https://zenodo.org/record/830614>
- Yuksel, E.; Taskesen, Y.; Erarslan, D.; Canhilal, R. 2018. Effectiveness of different entomopathogenic nematode species against the variegated cutworm, *Peridroma saucia* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 28(8): 1-4.