



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA Y
PARASITOLOGÍA



Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae, en larvas de *Spodoptera frugiperda*, en laboratorio

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA -
MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

AUTORAS:

Bach. Laura Estefany Espinoza Paredes

Bach. Merly Pupuche Aldana

ASESORA:

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias

LAMBAYEQUE, PERÚ

2022

Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae, en larvas de *Spodoptera frugiperda*, en laboratorio

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA -
MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA

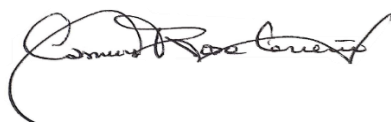
APROBADA POR:

Dra. María Isabel Olivos Farro



PRESIDENTE

Dra. Carmen Carreño Farfán



SECRETARIA

MSc. Marco Antonio Guzmán Tello



VOCAL

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias



ASESORA

LAMBAYEQUE, PERÚ

2022

Índice

INTRODUCCION	1
MARCO TEORICO	3
Antecedentes de la investigación.....	3
Bases teóricas	5
Nematodos entomopatógenos	5
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	6
Insecticidas	8
MATERIALES Y METODOS	10
Materiales	10
Material biológico	10
Población y muestra.....	10
Métodos	10
Variables	10
Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis	10
Lugar de muestreo y obtención de las muestras	11
Crianza de nematodos entomopatógenos (J3)	11
Conteo y almacenamiento de nematodos entomopatógenos (J3)	12
Crianza de <i>Spodoptera frugiperda</i> (gusano cogollero)	13
Preparación de soluciones al 50% y 100% de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole (insecticidas) con nematodos entomopatógenos (J3)	14
Evaluación de la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) expuestos a Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole.....	17
Evaluación de la infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) expuestos a Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole.....	17
Análisis estadístico.	19
RESULTADOS	20
Efecto de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3).....	20
Efecto de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la infectividad de nematodos entomopatógenos (J3).....	25
DISCUSIÓN	30

CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
ANEXOS.....	39

Índice de Tablas

Tabla 1: Características y cantidades de insecticidas a utilizar, contra <i>Spodoptera frugiperda</i> (Gusano Cogollero), en plantas de maíz	16
Tabla 2: Concentraciones de insecticidas al 50% y al 100% de la dosis recomendada por el fabricante, en campo	17
Tabla 3: Mortalidad de nematodos (J3) de cuatro cepas expuesto a tres insecticidas	21
Tabla 4: Mortalidad de nematodos (J3) de cada cepa expuesto a cada insecticida.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 5: Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) por insecticida de acuerdo al porcentaje de concentración.....	22
Tabla 6: Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de los cuatros cepa de nematodo entomopatógenos, que ingresaron a las larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> después de ser expuestos a cada insecticidas	27
Tabla 7: Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de las cuatro cepa, que ingresaron a las larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> después de ser expuesta con cada insecticida y el t. control	28
Tabla 8: Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de las cuatro cepa, que ingresaron a las larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> después de ser expuesta a dos concentraciones de insecticidas y el t. control.....	28

Índice de Figuras

Figura 1: Ciclo Biológico del gusano Cogollero del maíz.....	8
Figura 2: Estación Experimental “Vista Florida”, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ferreñafe, 2019	11
Figura 3: Crianza de nematodos entomopatógenos (J3)	13
Figura 4: Crianza de cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	14
Figura 5: Preparación de tratamientos	15
Figura 6: Aplicación de tratamientos a larvas de tercer instar de <i>Spodoptera frugiperda</i>	18
Figura 7: Disección de larvas de tercer instar (A), conteo de nematodos (B)	18
Figura 8: Tratamiento de Thiodicarb al 100% de concentración con <i>Steinernema diaprepesi</i> (SV19) (A) y Spinosad al 50% <i>Steinernema diaprepesi</i> (SV19) (B).....	23
Figura 9: Nematodos entomopatógenos expuestos a los tratamiento: Chlorantraniliprole al 50% con <i>Heterorhabditis</i> sp (PM10) (A), Chlorantraniliprole al 50% con <i>Steinernema diaprepesi</i> (SV19) (B), Chlorantraniliprole al 50% con <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (C) y Spinosad al 50% con <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (D).....	614
Figura 10: Larvas de tercer instar de <i>Spodoptera frugiperda</i> muerta	23
Figura 11: Larvas de tercer instar después de ser expuestas a los tratamientos	29

RESUMEN

En este estudio se determinó el efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) y su infectividad en larvas de *Spodoptera frugiperda*. Se utilizaron cuatro cepas de nematodos entomopatógenos (J3), *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis* sp. (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19), que fueron expuestos a tres insecticidas (Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole) en dos concentraciones (50% y 100%) y agua destilada (tratamiento control). Después de 3 horas de exposición a los insecticidas, se evaluó la mortalidad de los nematodos entomopatógenos (J3). Posteriormente se aplicaron los tratamientos de insecticidas y el tratamiento control con nematodos entomopatógenos (J3) a larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda*. Después de 72 horas las larvas de *Spodoptera frugiperda* fueron diseccionadas para observar la presencia de nematodos entomopatógenos (J3) y evaluar la infectividad. Se determinó que el insecticida Thiodicarb al 100% presentó la mayor mortalidad (47,56%) de nematodos entomopatógenos (J3) de *Steinernema diaprepesi* (SV19); sin embargo, la menor mortalidad se observó con el Chlorantraniliprole al 50% para *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (14,11%) y (13,89%) con *Steinernema diaprepesi* (SV19). La mayor infectividad se logró con Chlorantraniliprole al 50% y *Heterorhabditis* sp (PC9) (46,67) nematodos entomopatógenos (J3) vivos, por larva), el Chlorantraniliprole al 50% y 100% con *Steinernema diaprepesi* (SV19) registraron 36,89 y 30,11 nematodos entomopatógeno (J3) vivos respectivamente. La menor infectividad se presentó con Thiodicarb al 100% y al 50% con *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (0,11 y 0,0 nematodos entomopatógenos (J3) vivos respectivamente).

Palabra clave: nematodos entomopatógenos (J3), insecticidas, *Spodoptera frugiperda*

ABSTRACT

In this study, the effect of Thiodicarb, Spinosad and Chlorantraniliprole on mortality of entomopathogenic nematodes (J3) and their infectivity on *Spodoptera frugiperda* larvae was determined. Four strains of entomopathogenic nematodes (J3), *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis* sp. (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) and *Steinernema diaprepesi* (SV19), which were exposed to three insecticides (Thiodicarb, Spinosad and Chlorantraniliprole) at two concentrations (50% and 100%) and distilled water (control treatment). After 3 hours of exposure to the insecticides, the mortality of the entomopathogenic nematodes (J3) was evaluated. Subsequently, the insecticide treatments and the control treatment with entomopathogenic nematodes (J3) were applied to third instar larvae of *Spodoptera frugiperda*. After 72 hours, *Spodoptera frugiperda* larvae were dissected to observe the presence of entomopathogenic nematodes (J3) and to evaluate infectivity. It was determined that the insecticide Thiodicarb at 100% presented the highest mortality (47.56%) of entomopathogenic nematodes (J3) of *Steinernema diaprepesi* (SV19); however, the lowest mortality was observed with Chlorantraniliprole at 50% for *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (14.11%) and (13.89%) with *Steinernema diaprepesi* (SV19). The highest infectivity was achieved with 50% Chlorantraniliprole and *Heterorhabditis* sp (PC9) (46.67) live entomopathogenic nematodes (J3), per larva), 50% and 100% Chlorantraniliprole with *Steinernema diaprepesi* (SV19) recorded 36.89 and 30.11 live entomopathogenic nematodes (J3) respectively. The lowest infectivity was with Thiodicarb at 100% and 50% with *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (0.11 and 0.0 live entomopathogenic nematodes (J3) respectively).

Keyword: entomopathogenic nematodes (J3), insecticides, *Spodoptera frugiperda*.

INTRODUCCION

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), es considerado una de las principales plagas de importancia económica. Su distribución es muy amplia, y afecta principalmente a sembríos de maíz. El gusano cogollero también puede causar daño a cultivos de sorgo, arroz, pastos, leguminosas como frijol, soya, maní y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote (Chango, 2012). En los cultivos de maíz, el ataque más grave empieza un mes después de la siembra, esto lleva a pérdidas entre el 30% y 64% del rendimiento, llegando a realizarse de 3 a 4 aplicaciones químicas para su control, aumentando así los costos de producción (Lezaun, 2014). En etapas tempranas de la infestación, el gusano hace raspadura en hojas tiernas de la planta, observándose pequeñas áreas translúcidas, este periodo es de suma importancia para realizar el control, porque la larva se encuentra expuesta (Negrete y Morales, 2003). En infestaciones tardías hay graves daños y un problema difícil de solucionar e incluso irreversible. Las larvas medianas y grandes están profundizadas en el cogollo, dificultando que los insecticidas cumplan su función (Vázquez, 2012).

El incremento en el rendimiento de cultivos ha llevado a la industria agrícola a introducir métodos tecnológicos eficientes, siendo los plaguicidas, el componente más utilizado. Esto conlleva a la incorporación de grandes cantidades de plaguicidas al medio ambiente (Bustillo, 2014), lo que ocasiona efectos dañinos en el largo plazo por lo que se viene actualizando la restricción de ciertos plaguicidas para la utilización de aquellos menos peligrosos según el criterio de la Organización Mundial de la Salud OMS (Perdomo *et al.*, 2016).

Thiodicarb, insecticida perteneciente al grupo químico carbamato, que provoca una sobreexcitación de las fibras nerviosas, causando la muerte del insecto por contacto, ingestión o inhalación. Pertenece a la categoría toxicología II moderadamente peligroso (ARIS, 2018). Spinosad, insecticida natural, producido por fermentación de la bacteria (actinomiceto) *Saccharopolyspora spinosa*, debido a su propiedad translaminar se localiza en tejidos de la planta, logrando así el control de insectos minadores de hojas, provoca convulsiones repetitivas e incontroladas que lleva a la muerte del insecto por agotamiento. Pertenece a la categoría toxicología III ligeramente peligroso (Bayer, 2019). *Chlorantraniliprole*, insecticida perteneciente al grupo de las diamidas antranílicas. Este insecticida afecta al sistema muscular, el insecto deja de alimentarse, se paraliza y muere en un período de 1 a 3 días. Actúa por contacto, aunque es más eficaz por ingestión. Pertenece a la categoría toxicología IV productos que probablemente no representan un riesgo agudo en uso normal (DU PONT, 2019).

Los nematodos entomopatógenos (J3) se han utilizado contra plagas de insectos, especialmente en el suelo. Son factibles y atractivos para el control biológico, debido a su virulencia contra diversas plagas de insectos, su capacidad de búsqueda de hospedero, su uso con equipo estándar y su eficacia a largo plazo. Además, se pueden aplicar simultáneamente con algunos insecticidas. Estas propiedades hacen de los nematodos entomopatógenos (J3) un agente de control biológico ideal en el manejo integrado de plagas (Ulu *et al.*, 2016; Poinar, 1979).

Una de las formas de mejorar el control de plagas y al mismo tiempo evitar la resistencia en insectos es mediante la aplicación combinada de nematodos entomopatógenos (J3) e insecticidas. Se ha vuelto importante estudiar métodos que aumenten la eficacia de los nematodos entomopatógenos (J3) en el control, permitiendo reducir la población de la plaga. La integración de nematodos entomopatógenos (J3) (*Steinernema* y *Heterorhabditis*) con otros componentes del manejo, ha surgido como el componente más viable para el manejo eficaz de plagas, por lo tanto, se ha vuelto muy importante aprender más sobre insecticidas que ayuden a los nematodos entomopatógenos (J3) en el control integrado y, en consecuencia, reducir el establecimiento de poblaciones con genes que confieren resistencia a un agente de control. (Sabino *et al.*, 2018; Kaya y Gaugler, 1993).

Si bien no parece ser posible eliminar los insecticidas de la agricultura, puede ser posible reducir su uso o mejorar su eficiencia con algunas aplicaciones agrícolas. Por esta razón la importancia de realizar este estudio, que tiene como objetivos determinar el efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, que fueron expuestas a 2 concentraciones (100% y 50%) en larvas de *Spodoptera frugiperda*, en laboratorio.

MARCO TEORICO

1. Antecedentes de la investigación

Yuksel y Ramazán (2020), analizaron la compatibilidad de nematodos entomopatógenos nativos, *Heterorhabditis bacteriophora* FLH-4H, *Steinernema carpocapsae* KCS-4S y *Steinernema feltiae* KMP-9S, con los insecticidas Azadirachtin y Spinosad, en laboratorio. La supervivencia de los nematodos entomopatógenos nativos osciló entre el 5% y el 21%. *Heterorhabditis bacteriophora* FLH-4H fue el más tolerante, en cambio *Steinernema carpocapsae* KCS-4S el más susceptible a los insecticidas usados. *Steinernema carpocapsae* KCS-4S obtuvo el porcentaje más bajo de supervivencia frente al spinosad. Las cepas estudiadas mostraron alta virulencia para las larvas de *G. mellonella*.

Khan et al.,(2018) estudiaron la compatibilidad de juveniles infectivos de nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis indica* y *Steinernema carpocapsae* con spinosad, se determinó la infectividad sobre larvas de *Spodoptera litura*, en laboratorio. Se tuvo que la concentración más alta de spinosad mostró un 14% de mortalidad en juveniles infectivos de *Heterorhabditis indica* y un 13% en *Steinernema carpocapsae* después de 48 horas de exposición. En todos los tratamientos, se obtuvo eficacia del spinosad contra larvas del segundo estadio de *Spodoptera litura*. La mayor tasa de mortalidad se dio con juveniles infecciosos de *Steinernema carpocapsae* (80.0%) y *Heterorhabditis indica* (76.6%), con la mayor concentración de Spinosad, después de 48 horas.

Sabino et al., (2018) evaluaron la viabilidad e infectividad de nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis amazonensis* JPM4 expuesto a insecticidas, tiametoxam, chlorantraniliprole e imidacloprid. Se evaluó la eficacia de los tres insecticidas (25%, 50% y 75%) y juveniles infectivos (J3) *Heterorhabditis amazonensis* JPM4, por separado, en pupas de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Los juveniles infectivos eran compatibles con los tres insecticidas probados, durante las 48 horas. Hubo mayor eficiencia en la infectividad a medida que aumentaba la dosis de los insecticidas, obteniéndose en la combinación de juveniles infectivos e imidacloprid la mayor mortalidad de pupas.

Devindrappa et al.,(2017) argumentaron la compatibilidad de nematodos entomopatógenos (J3) *Steinernema carpocapsae* y *Heterorhabditis indica* con insecticidas (benzoato de emamectina, flubendiamide, indoxcarb, lambda cialotrina, profenofos, profenofos - cipermetrina y monocrotofos), en condiciones de laboratorio. Se observó que, después de 48

horas de exposición, la supervivencia de *S. carpocapsae* fue más baja con monocrotofos, profenofos - cipermetrina y profenofos. En *H. indica* la supervivencia más baja fue con profenofos - cipermetrina y profenofos. Entre las especies, *H. indica* fue más tolerante a los insecticidas empleados que *S. carpocapsae*. Los nematodos entomopatógenos (J3) infectaron larvas de *Galleria mellonella* después de la exposición a insecticidas.

Kesava et al.,(2015) describieron la compatibilidad de juveniles infectivos de *Steinernema abbasi* con nueve insecticidas (profenofos, lambda cialotrina, dimetoato, quinalfós, clorfenapir, chlorantranilprole, diclorvos, bifentrina y spinosad). Reveló que, spinosad y bifentrina no tuvieron efectos adversos en la supervivencia de los juveniles infectivos. Con diclorvos tuvo una mortalidad mayor en las 72 horas. Con el resto de insecticidas, la mortalidad varió entre 36 - 90%. La muerte del total de *Galleria mellonella* se dio en el tratamiento con bifentrina y spinosad, mientras que los nematodos expuestos a dimetoato y lambda cialotrina causaron 66.7% de mortalidad y los tratamientos de nematodos con diclorvos, profenofos, clorfenapir, quinalfós y chlorantranilprole, no hubo larvas muertas.

Siqueira et al., (2014) Investigaron la mortalidad de *Steinernema carpocapsae* ALL y *Heterorhabditis amazonensis* expuestos a abamectina, triflumuron, deltametrina, dimethylamino propyl (carbamato), clorpirifos, lambda cyhalothrin - chlorantranilprole, chlorantranilprole (diamina antranilica), thiamethoxan - lambda cyhalothrin provocaron una baja mortalidad, después de la 48 horas de expuestas. Con respecto a la capacidad infectiva los insecticidas que afectaron más a los nematodos fueron abamectina y clorpirifos, que provocaron una mortalidad del 30% y 26% de larvas de *Galleria mellonella* en el caso de *H. amazonensis*, y con *S. carpocapsae* ALL causaron 20% y 50% de mortalidad de larvas de *G. mellonella*, después de tres días .

Diéguez, (2010) Expuso el estudio de juveniles infectivos (J3) de nematodos entomopatógenos, *H. bacteriophora*, a nueve plaguicidas (insecticidas, herbicidas, nematicidas, acaricidas) a concentraciones de 50 y 100%. Se determinó la susceptibilidad y la capacidad infectiva de nematodos entomopatógenos. La investigación concluyó, que en los tratamientos con Abamectina, Carbofuran, Chlorpirifos, Fipronil, Bifentrina y Oximilo presento mayor porcentaje de mortalidad, y en los tratamientos con Rynaxypyr, Spinosad e Imidacloprid el porcentaje de mortalidad no sobrepasa el 60%; por otro lado, la capacidad infectividad de juveniles infectivos expuestos Rynaxypyr, Spinosad e Imidacloprid no resultó afectada, y en Bifentrina y Chlorpyrifos la capacidad infectiva se vio reducida.

2. Bases teóricas

2.1. Nematodos entomopatógenos

Los nematodos entomopatógenos (NEPs), son parásitos obligados de insectos perteneciente a la clase Secernentea, del orden Rhabditida y familias *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae* (Morton, 2009), los juveniles infectivos de nematodos entomopatógenos han desarrollado una estrecha relación simbiótica con bacterias de los generos *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* respectivamente, que causan la muerte del hospedero en corto tiempo y garantizan la reproducción del nematodo (Sáenz y Luque, 2000), estas bacterias simbiontes son pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, Gram negativas, anaerobias facultativas y no productoras de esporas (Sáenz, 2005).

Los juveniles infectivos (J3) de nematodos entomopatógenos, son el único estadio de vida libre (formas de resistencia) y pueden vivir fuera del cuerpo del hospedero, presentan cierto nivel de tolerancia a factores abióticos (humedad, temperatura, radiación solar, pH del suelo, plaguicidas, etc.) y bióticos (depredadores y patógenos) (González, 2006), esto es debido a la presencia de una doble cutícula (mantienen la cutícula del segundo estadio) (Sáenz, 2005). Los juveniles infectivos presentan estrategias de localización, pueden comportarse como cazadores (buscan activamente al hospedero) y emboscadores (esperan al hospedero) o presentar ambos comportamientos.

Los nematodos entomopatógenos se encuentran en regiones templadas, subtropicales y tropicales (González, 2006). Habitan suelos con estos climas, las cuales le permiten sobrevivir y desplazarse en búsqueda de hospedero (Stock et al., 1999), los juveniles infectivos de nematodos entomopatógenos (J3) buscan e infecta a su hospedero. El nematodo lo hace mediante quimiorreceptores, que responden a CO₂, productos de excreción y gradientes de temperatura (Cagnolo y Gonzalez, 2017), se a comprobado su efecto en plagas ubicadas en hojas y tallos de plantas, demostrando un gran potencial para controlar larvas minadoras de hojas (Siqueira et al., 2014).

Los juveniles infectivos de nematodos entomopatógenos ingresan en su hospedero a través de orificios naturales (boca, ano o espiráculos), solo en el caso del género *Heterorhabditis* atraviesan áreas delgadas del tegumento, esto lo hacen con ayuda de su diente anterior. Una vez que llegan al hemocele del insecto, liberan sus bacterias simbiontes, por la boca como en los heterorhabditidos o lo expulsan por el ano en el caso de los steinernematidos. Las bacterias simbiontes secretan una serie de enzimas extracelulares, que causan la degradación de tejidos y posterior muerte en un periodo de 1 a 2 días (Ramos et al., 2014; Sáenz

y Luque, 2000), así también producen antibióticos que impiden la colonización de bacterias oportunista en el cadáver del insecto parasitado (González, 2006).

Las bacterias se multiplican, produciendo condiciones favorables para la alimentación, desarrollo y reproducción del nematodo. Los juveniles infectivos que lograron ingresar desarrollan a J4, y luego en adultos, hermafroditas en el caso del género *Heterorhabditis*, y hembras y machos en el género *Steinernema*, de la primera generación. Los huevos eclosionan y los juveniles se desarrollan a través de cada estado de vida (J1, J2, J3, J4) hasta formar adultos (machos y hembras) de la segunda generación. Cuando los nutrientes se agotan, la nueva generación de juveniles infectivos (J3) con su bacteria simbionte dentro de su intestino, emergen del cadáver del hospedero en búsqueda de uno nuevo (Moreno, 2017; Sáenz, 2005).

Los nematodos entomopatógenos atacan un amplio rango de plagas de importancia económica (Sáenz, 2005). Entre los hospederos se incluye larvas de coleópteros (escarabajos) como es el caso de *Otiorhynchus sulcatus* en arándanos, *Diaprepes abbreviatus* y *Phyllophagay* en caña de azúcar y *Diaprepes abbreviatus* en cítricos, hemípteros (*Haplaxius crudus*, *Pseudococcidae*) y lepidópteros (*Sagalassa valida*, *Eupalamides guyanensis*, *Plutella xylostella*, *Spodoptera frugiperda*, etc.) (Bustillo, 2014; Rodríguez et al., 2012).

2.2. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

El gusano cogollero es una de las principales plagas que ataca al maíz (*Zea mays* L.) y césped en el sur de EE.UU., México, Centro y Sudamérica. En las regiones tropicales y subtropicales los daños ocasionados son regularmente superiores al 60% (Lezaun, 2014), donde la temperatura predominante es de 30°C a más (Vázquez, 2012). Pertenecce al orden lepidóptera y familia: Noctuidae (Martín, 2015).

El gusano cogollero puede parasitar 28 especies vegetativas, entre las cuales destaca el maíz, sorgo, algodón, soya, caña de azúcar (Woodring y Kaya, 1988), arroz, tomate de huerta, ajonjolí, maní, girasol y melón. Causando pérdidas elevadas en verano, puesto que las temperaturas alcanzadas en esta época son idóneas para el desarrollo, presentando niveles elevados de población (Arévalo et al., 2007).

Las larvas L1 y L2 se alimentan de hojas jóvenes, y a partir de la larva L3 en adelante producen más daño, dirigiéndose hacia la profundidad del cogollo, pudiendo afectar también la mazorca (en caso del maíz). La intensidad de la infestación depende mucho de la nutrición de la planta, pues en plantaciones con exceso de fertilizantes nitrogenados serán más atacadas debido al efecto de atracción sobre la plaga producido por el follaje verde (Martín, 2015).

Las larvas de *Spodoptera frugiperda* se pueden controlar sin inconvenientes. Lo primordial es identificar tempranamente la infestación, ya que las posturas y larvas recién eclosionadas se encuentran sobre la superficie de las hojas jóvenes. Lo más común es la aplicación de insecticidas, trampas de luz, y la alternativa más recomendable es el uso de controladores biológicos (enemigos naturales), ya que estas no producen efectos adversos al medio ambiente y salud (Santana *et al.*, 2017).

El ciclo de vida completo de *Spodoptera frugiperda* depende de la temperatura, así en verano dura aproximadamente 30 días, en primavera 60 días y en invierno 90 días, y comprende los estadios de huevo, 6 a más estadios larvales, pupa y adulta (Vázquez, 2012; Yáñez *et al.*, 2019). A lo largo de su vida las hembras de *spodoptera frugiperda* depositan en promedio de 600 a 1500 huevos, los huevos son esféricos, blanco-cremosos, estriados de 0,5 mm de diámetro, cubiertos por hilos de seda y escamas, que sirven de protección. Estos son depositados, generalmente en el envés de hojas jóvenes, también se pueden hallar en el haz, en forma de masas compactas (100 a 150 huevos) (Casmuz *et al.*, 2010). Los huevos eclosionan después de 2 o 3 días (FAO, 2017). Luego de nacidas, las larvas se alimentan del corion de los huevos, luego se trasladan a diferentes partes de la planta o a otras cercanas, para evitar el canibalismo y la competencia de alimento. El período larval dura en promedio 14 - 22 días.

Generalmente atraviesan por seis estadios. En sus primeros instares son de color verde con manchas y líneas negras dorsales, después se vuelve verde o canela brillante, con tres líneas blanco amarillentas longitudinales en el dorso, presentan en la frente de la cabeza una “Y” invertida de color amarillo (Negrete y Morales, 2003). A partir del tercer estadio larval se introducen en el cogollo, causando perforaciones en las hojas del cultivo. Luego del sexto estadio la larva cae y se entierran en el suelo formando una cámara pupal, donde aproximadamente permanecen por 7- 9 días en verano y 20 a 30 días en invierno (Chango, 2012).

El adulto emerge en forma de mariposa de tamaño medio, de coloración gris oscuro, su aparición es nocturna y son fácilmente atraídas por las luces. El macho se diferencia de la hembra porque presenta manchas blancas en la parte final y central de las alas anteriores, tienen un periodo de vida de 10 días (Vázquez, 2012).

Figura 1

Ciclo Biológico del gusano Cogollero del maíz. (FAO, 2017)



2.3. Insecticidas

Los insecticidas actualmente son compuestos químicos orgánicos obtenidos sintéticamente, que tienen como objetivo matar al insecto al cual está dirigido, interfiriendo con sus procesos metabólicos vitales (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016).

2.3.1. Thiodicarb

Perteneciente al grupo de Carbamatos, cuyo principio activo es el Thiodicarb. Se encuentra en la clasificación II. Moderadamente peligroso (OMS), II. Moderadamente tóxico (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, siglas en inglés EPA).

Insecticida con alta acción de ingestión y limitada de contacto. Tiene efecto ovicida para el control de la mayoría de plagas de Lepidóptera y Coleóptera, algunos hemípteros y dípteros en diversos cultivos. Inhibe la acción de la enzima acetilcolinesterasa, produciendo una sobreexcitación permanente de las fibras nerviosas, causando la muerte (Bayer, 2019).

2.3.2. Spinosad

Insecticida natural, producido por fermentación bacteriana de *Saccharopolyspora spinosa* actinomiceto que vive en el suelo. Pertenece al grupo Spinosyn, cuyos principios activos son Spinosad A y D. Se encuentra en la clasificación III ligeramente peligroso (OMS) o IV Sin riesgo de toxicidad aguda (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, siglas en inglés EPA). Actúa por ingestión y por contacto, logrando el control de insectos minadores

de las hojas (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016), lepidópteros, trips, escarabajos y ortópteros en cultivos como algodón, brócoli, repollo, chile y tomate, y en plagas urbanas (Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, 2019). Recomendado para programa MIP.

Actúa sobreexcitando las células nerviosas, afectando los receptores nicotínicos de la acetilcolina, de manera que permanece abierto el canal de sodio. Esto provoca temblores, falta de coordinación y finalmente parálisis y muerte (ARIS, 2019).

2.3.3. Chlorantraniliprole

Insecticida perteneciente al grupo de las diamidas antranílicas, cuyo principio activo es el chlorantraniliprole. Se encuentra en clasificación IV Probablemente sin riesgo (OMS). Actúa principalmente por ingestión y en menor medida por contacto (Galdámez, 2015). Es un ovolarvicida, las larvas nacen y se alimentan del corion del huevo tratado, causando la muerte poco tiempo después (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016). Utilizado para el control de un amplio rango de lepidópteros también controla con eficacia especies seleccionadas coleópteros, dípteros, hemípteros e isópteros. Se recomienda para el uso efectivo y seguro dentro de un Manejo Integrado de Plagas (MIP) y en el Manejo de Resistencia a Insecticidas (MIR) (Galdámez, 2015).

Actúa activando los receptores de rianodina, que cumple un papel crítico en la función muscular, en la mayoría de los insectos. Los receptores de rianodina actúan a modo de canales de iones modulando la liberación del calcio. Este químico se fija a los receptores de rianodina, lo que provoca la liberación descontrolada de calcio, llevando al agotamiento de las reservas, y posteriormente impide la contracción muscular. Los insectos tratados dejan de alimentarse rápidamente, se muestran aletargados, presentan regurgitación, parálisis muscular y finalmente la muerte de 1- 3 días (DU PONT, 2019).

MATERIALES Y METODOS

1. Materiales

1.1. Material biológico

- ✓ Cepas de nematodos entomopatógenos (J3), *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis sp.* (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19), provenientes del laboratorio de la estación Vista Florida, INIA, Lambayeque.
- ✓ Larvas del sexto estadio de *Galleria mellonella* “Polilla de la cera” proporcionada por el laboratorio de control biológico de la Estación Experimental Vista Florida, INIA, Lambayeque.
- ✓ Larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero), obtenidas en laboratorio.

1.2. Población y muestra

- ✓ Población: especies de *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis sp.* (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19).
- ✓ Muestra: 4 cepas (*Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis sp.* PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19)) las misma que fueron expuestas a 2 concentraciones (100% y 50%) de 3 insecticidas, Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole.

2. Métodos

2.1. Variables

Variable independiente: Insecticidas (Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole)

Variable dependiente: nematodos entomopatógenos (J3)

2.2. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

El tipo de investigación es aplicada y experimental, y se aplicó el diseño con estímulo creciente con arreglo factorial de 4x3x2. Los grupos experimentales son cuatro cepas de nematodos entomopatógenos (J3) (*H. bacteriophora*, *Heterorhabditis sp.* (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19)) que fueron expuestas a dos concentraciones (50% y 100%) de tres insecticidas (Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole), y al agua destilada (tratamiento control). Fueron veinticuatro tratamientos

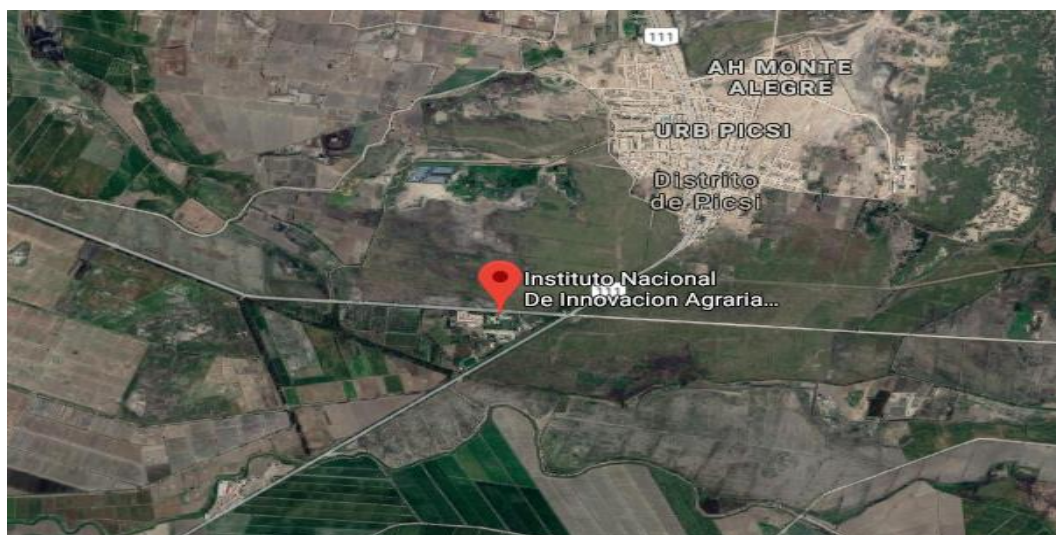
más cuatro tratamientos controles, cada uno con tres repeticiones haciendo un total de 84 unidades experimentales. Se realizaron 3 ensayos del experimento en el tiempo (anexo 1).

2.3. Lugar de muestreo y obtención de las muestras

El presente estudio fue realizado en el Laboratorio de Controladores Biológicos de la Estación Experimental “Vista Florida”, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), carretera Ferreñafe km 8 - Chiclayo, con coordenadas geográficas: latitud sur: 06°43'34", longitud oeste: 79°46'49 y altitud: 30 m. s. n. m (Google maps, 2019).

Figura 2

Estación Experimental “Vista Florida”, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ferreñafe, 2019



Fuente: <https://www.google.com/maps/search/INIA+ferre%C3%B1afe/@-6.7601339,-79.8447325,12454m/data=!3m2!1e3!4b1>

2.4. Crianza de nematodos entomopatógenos (J3)

2.4.1. Parasitación de larvas de *Galleria mellonella* del sexto estadio con nematodos entomopatógenos (J3)

Se utilizó cepas de nematodos entomopatógenos (J3), *H. bacteriophora*, *Heterorhabditis* sp. (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19), proporcionados por el Laboratorio de Control Biológico de la Estación Experimental Vista Florida, INIA, Lambayeque. Se seleccionaron larvas del sexto estadio de *Galleria mellonella* (Figura 3 A), se obtuvo la solución de nematodos entomopatógenos (J3) proporcionados (Figura 3 B), se parasitaron larvas de *Galleria mellonella* del sexto estadio con nematodos entomopatógenos (J3) de cada especie por separado. Agregándose 100 juveniles infectivos por larva (Figura 3 C). Se colocaron independientemente las larvas infectadas en

recipientes y papel toalla estéril, a condiciones de $25^{\circ}\text{C} \pm 3$ de temperatura y $65\% \pm$ humedad relativa (Alvarado, 2012) (Figura 3 D).

2.4.2. Instalación de trampa White modificada

Las larvas de *Galleria mellonella* parasitadas con cepas de nematodos entomopatógenos (J3), se dejaron durante 5 a 7 días, posteriormente se colocaron en trampas de White modificadas (Figura 3 E, F), 24 horas después se observó la salida de juveniles infectivos de nematodos entomopatógenos (J3) de las larvas muertas.

Los nematodos entomopatógenos migraban de los cadáveres al agua debido que poseen hidrotropismo positivo (Stock, 1992). Se realizó la cosecha cada 24 horas, durante 5 - 7 días, con cambio de agua destilada estéril (Figura 3 G) (Stock y Kaya, 1997).

2.4.3. Conteo y almacenamiento de nematodos entomopatógenos (J3)

Los nematodos entomopatógenos (J3) vivos se contaron utilizando el método de dilución volumétrica (Woodring y Kaya, 1988). Se tomó 0,1ml de la suspensión de nematodos entomopatógenos (J3) y se colocó en una placa dividida en cuadrantes (Figura 3H), se observó al estereoscopio y se realizó el conteo, repitiendo tres veces (Figura 3 I), visualización de nematodo entomopatógeno (J3). Los nemátodos entomopatógenos (J3) recolectados fueron almacenados en recipientes con 800 ml de agua destilada (7 millones de nematodos entomopatógenos (J3) por recipiente), rehidratándolos con 100 ml de agua destilada cada recipiente por día. La concentración de nematodos entomopatógenos (J3) se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$A = V \cdot a / v$$

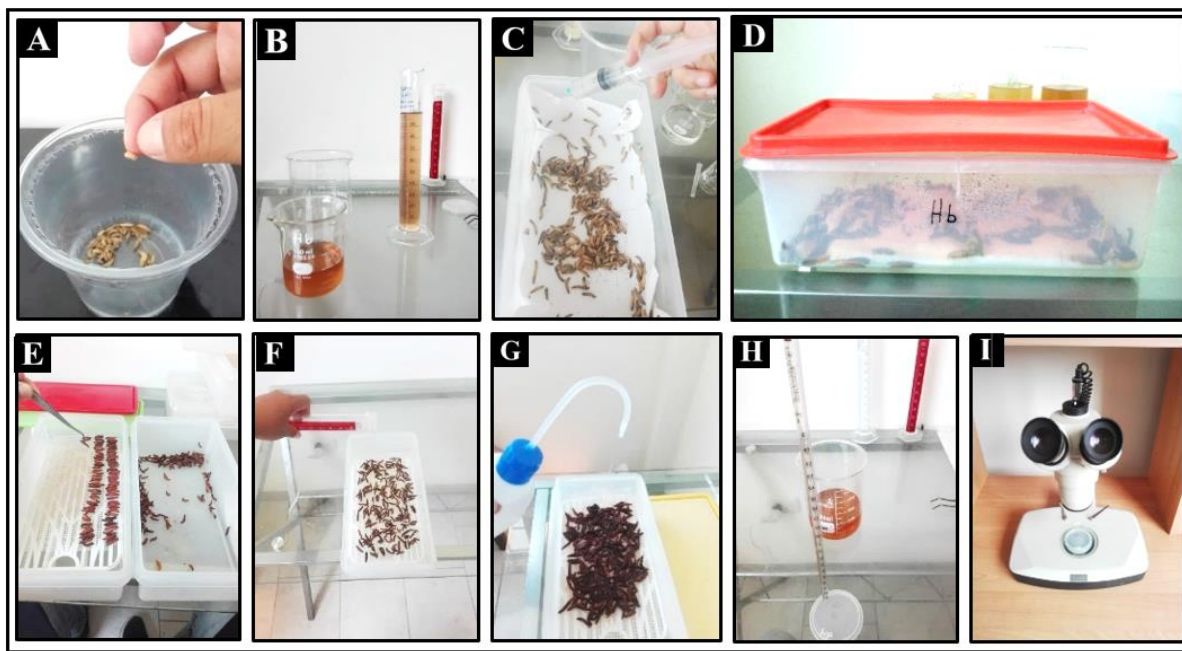
Donde:

A = número de nematodos en la solución

a = número de nematodos en la muestra

V = volumen de la solución

v = volumen de la muestra

Figura 3*Crianza de nematodos entomopatógenos (J3)*

2.5. Crianza de *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero)

La recolección de posturas, se realizó en plantas de *Zea mays* (maíz) de 1 a 2 meses de sembrado (Figura 4 A). El área elegida para la recolección se localizó en campos de maíz de la Estación Experimental Vista Florida, INIA, Lambayeque. Para la selección de posturas de *Spodoptera frugiperda*, se siguió con las características establecidas, huevecillos de color blanco – cremoso con estrías longitudinales, tamaño de 0,5 mm de diámetro aproximadamente. Ubicadas en el haz como en el envés de las hojas (Vásquez, 2012).

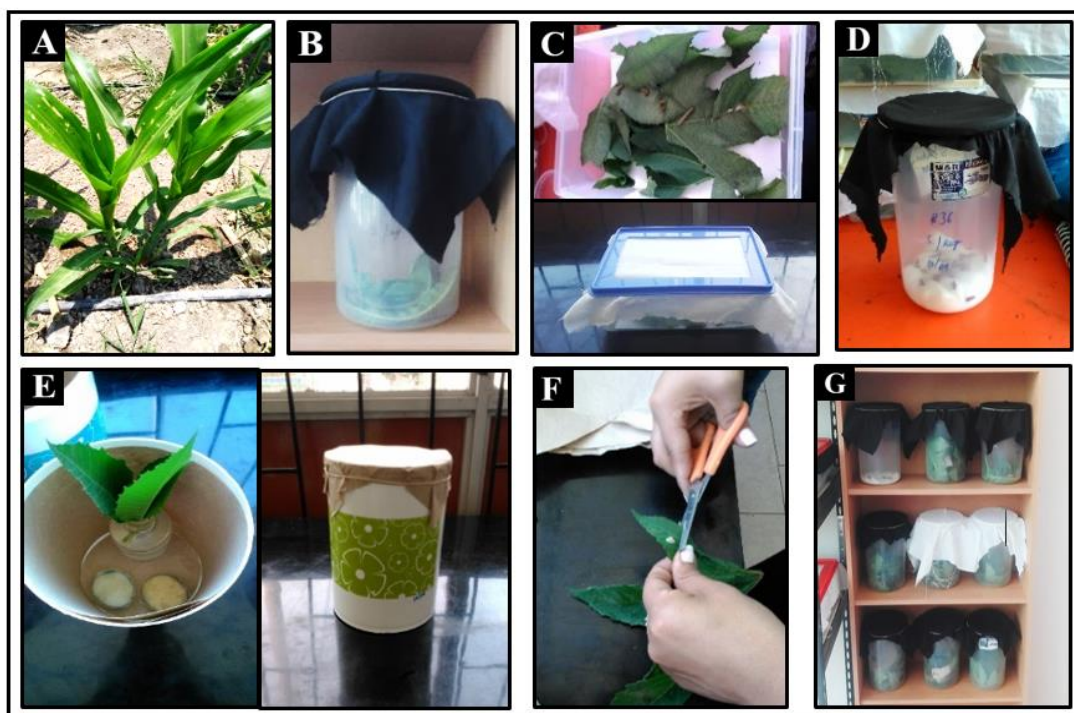
Las posturas fueron llevados al Laboratorio de Controladores Biológicos a temperatura de 25°C a 30°C con humedad relativa de 65% (Vásquez, 2012), se depositaron en recipientes transparentes de 26 x 12 cm, previamente desinfectadas. Se colocó una hoja de higuierilla (*Ricinus communis*), seguida de 2 a 3 masas de huevecillos y se cubrieron con hoja de higuierilla (Figura 4 B).

Una vez emergidas las larvas de 3^{er} instar, se depositaron en recipientes de 30 x 21 x 10 cm (desinfectados), se colocaron 2 hojas papel del tamaño de la base del recipiente (para evitar el exceso de humedad), hojas de higuierilla, larvas y se cubrieron con 2 a 3 hojas de higuierilla (Figura 4 C). Las pupas se desinfectaron con alcohol y agua destilada, después se colocaron en recipientes con algodón humedecido con agua destilada (Figura 4 D). Las adultas fueron colocadas en recipientes cubiertos totalmente (paredes, boca y base) con papel kraft, se

colocaron dentro dos esponjas (de 3 cm de diámetro aproximadamente, 1 con miel y otra con agua), una botellita con agua y una hojita de higuera (para la ovoposición) (Figura 4 E). Una vez obtenida las posturas se repitió el procedimiento ya mencionado (recría) (Figura 4 F, G). El cambio de recipientes y limpieza se realizó interdiariamente, los recipientes fueron correctamente rotulados (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2015).

Figura 4

*Crianza de cogollero (*Spodoptera frugiperda*)*



2.6. Preparación de soluciones al 50% y 100% de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole (insecticidas) con nematodos entomopatógenos (J3)

Se preparó 100 ml de solución de cada insecticida en concentraciones de 50% y 100% de la dosis recomendada por el fabricante (Tabla 1, 2). Se utilizó vasos de plástico de 30 ml, en los cuales se colocaron 4,9 ml de solución y 0.1 ml de agua destilada con 100 juveniles infectivos (J3), de cada especie por separado *H. bacteriophora*, *Heterorhabditis* sp. (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19). También se prepararon tratamientos control (agua destilada), con las cantidades ya mencionadas. Realizándose tres repeticiones por tratamiento. El preparado se homogenizó y se dejó durante 3 horas en cada vaso (Figura 5).

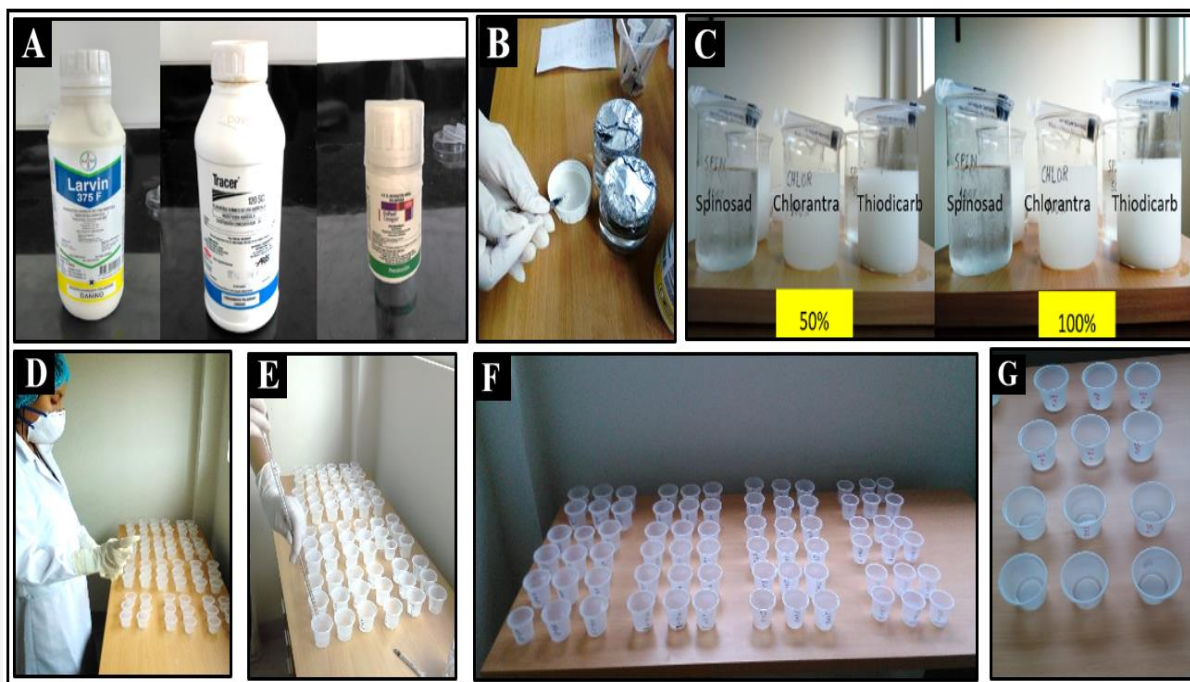
Figura 5*Preparación de tratamientos*

Tabla 1

Características y cantidades de insecticidas a utilizar, contra Spodoptera frugiperda (Gusano Cogollero), en plantas de maíz

Categoría toxicológica	Nombre técnico	Nombre comercial	Fabricante	Grupo químico	Dosis de campo
II moderadamente peligroso (color amarillo)	Thiodicarb	Larvin 375F	BAYER	Oxima carbamato	0,4 L/ha
III Ligeramente peligroso (color azul)	Spinosad	Tracer 120SC	ARIS	Spinosyn	0,1 L/ha
IV Productos que probablemente no representan un riesgo agudo en uso normal (color verde)	Chlorantraniliprole	Coragen SC	Du Pont	Diamida Antranílica	0,1 L/ha

*Nota:*Elaboración propia, basada en fichas técnicas de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole (2019).

Tabla 2

Concentraciones de insecticidas al 50% y al 100% de la dosis recomendada por el fabricante, en campo

Concentraciones	Chlorantraniliprole	Spinosad	Thiodicarb
50%	0,025 ml/100 ml H ₂ O	0,025 ml/100 ml H ₂ O	0,1 ml/100 ml H ₂ O
100%	0,05 ml/100 ml H ₂ O	0,05 ml/100 ml H ₂ O	0,2 ml/100 ml H ₂ O

Nota: Elaboración propia, basada en fichas técnicas de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole (2019).

2.7. Evaluación de la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) expuestos a Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole

Transcurrido el tiempo establecido de la exposición de los nematodos entomopatógenos (J3) al Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole, se evaluó la mortalidad de los mismos. Los nematodos entomopatógenos (J3) fueron observados a través del estereoscopio para determinar mediante conteo el número de nematodos J3 muertos. Los nematodos entomopatógenos (J3) muertos, estaban totalmente rectos (en agujas) y los vivos, curvos y en constante movimiento. (Diéguez, 2010).

El porcentaje de mortalidad se calculó utilizando la fórmula (Duso y Buhl, 2008)

$$\% M = \frac{NMF}{NVI} \times 100$$

%M = Porcentaje de mortalidad del tratamiento

NMF = Número de individuos muertos al final del estudio

NVI = Número de individuos vivos al inicio del estudio

2.8. Evaluación de la infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) expuestos a Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole

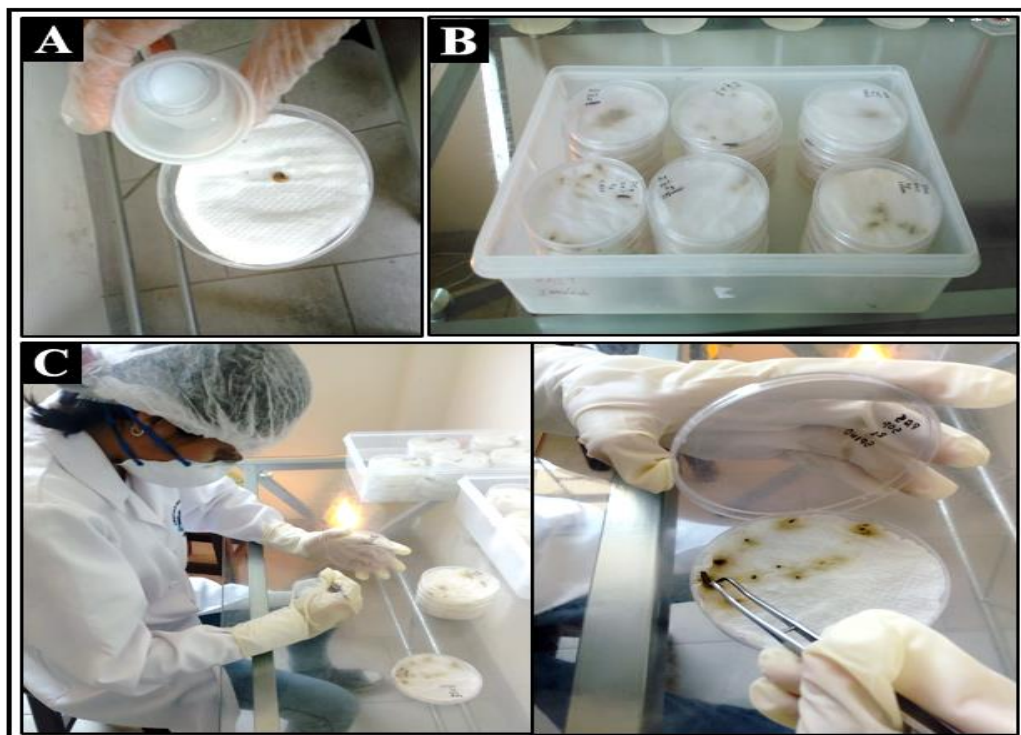
2.8.1. Aplicación de las soluciones de nematodos entomopatógenos (J3) con insecticida

Una vez evaluada la mortalidad, se procedió a aplicar los tratamientos de insecticidas y el control con nematodos entomopatógenos (J3) a larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero).

Se colocó en cada placa Petri un círculo de papel absorbente, seguido los 3 ml de la solución y una larva de tercer instar de *Spodoptera frugiperda*, luego se cubrió con papel absorbente y se vertió los 2 ml de solución restante (Figura 6 A). Las placas fueron almacenadas en condiciones de laboratorio de 25 ± 2 °C, $80 \pm 6\%$ de humedad relativa (Figura 6 B, C).

Figura 6

*Aplicación de tratamientos a larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda**



2.8.2. Disección de larva de tercer instar de *Spodoptera frugiperda*

Luego de transcurrido las 72 hora de exposición de larvas a los tratamientos respectivos (insecticidas y nematodos entomopatógenos (J3)). Se procedió al lavado de larva, y posteriormente se diseccionaron para observar la presencia de nematodos entomopatógenos (J3) (Figura 7 A) y evaluar la cantidad, para así determinar que ellas fueron causantes de la muerte (Figura 7 B) (Diéguez , 2010).

Figura 7

Dissección de larvas de tercer instar (A), conteo de nematodos (B)



2.9. Análisis estadístico.

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación se realizó la prueba de normalidad de kolmogorov y gráficos de normalidad de Q-Q Plot, el resultado arrojó que los datos no siguen una distribución normal, por lo que se utilizó el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis con 5% de probabilidad.

Se utilizó el software estadístico InfoStat 2018 Versión Estudiantil y Microsoft Office Excel 2010.

RESULTADOS

Efecto de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3).

Una vez transcurrida las 3 horas de exposición de nematodos entomopatógenos (J3), *H. bacteriophora*, *Heterorhabditis* sp. (PC9), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Steinernema diaprepesi* (SV19), a concentraciones de 50% y 100% de la dosis recomendada por el fabricante (en campo) de los tres insecticidas, por separado. Se determinó la mortalidad, cuantos nematodos entomopatógenos (J3) murieron por acción de los insecticidas.

Tabla 3

Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de cada cepa expuesto a tres insecticidas

	<i>Steinernema diaprepesi (SV19)</i>	<i>H. bacteriophora</i>	<i>H. sp. (PC9)</i>	<i>H. bacteriophora (PM10)</i>
Thiodicarb	38,12±0,53 ^a	24,61±0,35 ^a	27,00±0,67 ^a	26,39±0,26 ^a
Spinosad	16,61±0,35 ^b	16,45±0,39 ^b	21,22±0,35 ^b	17,05±0,25 ^b
Chlorantraniliprole	17,55±0,25 ^b	19,33±0,34 ^b	19,94±0,51 ^b	16,39±0,1,25 ^b
Agua destilada	0,00±0,00 ^c	0,00±0,00 ^c	0,00±0,00 ^c	0,00±0,00 ^c

Nota. En los resultados se muestra el análisis de cada especie con los tres insecticidas. (Media ± SD)

En la tabla 3 se muestran diferencias significativas en la mortalidad de nematodos (J3) de cada cepa de nematodo entomopatógenos (J3) expuesto a los tres insecticidas en donde destaca que la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) por Thiodicarb es mayor y significativamente diferente que Spinosad y Chlorantraniliprole para las cuatro cepas estudiadas.

Tabla 4

Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de cuatro cepas expuesto a cada insecticida

	Thiodicarb	Spinosad	Chlorantraniliprole	T. Control
<i>Steinernema diaprepesi</i> (SV19)	38,12±0,53 ^a	16,61±0,35 ^b	17,55±0,25 ^a	0,00±0,00 ^c
<i>H. bacteriophora</i>	24,61±0,35 ^b	16,45±0,39 ^b	19,33±0,34 ^a	0,00±0,00 ^c
<i>Heterorhabditis sp.</i> (PC9)	27,00±0,67 ^{ab}	21,22±0,35 ^a	19,94±0,51 ^a	0,00±0,00 ^c
<i>H. bacteriophora</i> (PM10)	26,39±0,26 ^b	17,05±0,25 ^b	16,39±0,125 ^a	0,00±0,00 ^c

Nota. En los resultados se muestra el análisis de cada especie con los tres insecticidas. (Media ± SD)

En la tabla 4 se muestra diferencias significativas en la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) con Thiodicarb y Spinosad, mas no con Chlorantraniliprole, con respecto a las cuatro cepas de nematodos entomopatógenos (J3) utilizados (*Steinernema diaprepesi* (SV19), *H. bacteriophora*, *Heterorhabditis sp* (PC9) y *H. bacteriophora* (PM10)); así tenemos que la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de *Steinernema diaprepesi* (SV19) (38,12%) por Thiodicarb es significativamente diferente a *H. bacteriophora* (PM10) (26,39%) y *H. bacteriophora* (24,61%), pero similar a *Heterorhabditis sp* (PC9) (27,00%); la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de *Heterorhabditis sp* (PC9) (21,22%) por Spinosad es mayor a *H. bacteriophora* (PM10), *H. bacteriophora* y *Steinernema diaprepesi* (SV19) (17,05%; 16,45% y 16,61%, respectivamente) los que a su vez son similares entre sí; la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de *Steinernema diaprepesi* (SV19) (17,55%) con Chlorantraniliprole es similar *H. bacteriophora* (PM10), *H. bacteriophora* y *Heterorhabditis sp* (PC9) (16,39%; 19,33% y 19,94%, respectivamente).

Tabla 5

Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) por insecticida de acuerdo al porcentaje de concentración

Cepas	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		T. Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S.diaprepesi</i> (SV19)	28,33±0,34 ^{ab}	47,56±0,77 ^a	15,22±0,51 ^{ijkl}	18,11±0,19 ^{gh} ijk	13,89±0,5 ^{kl}	21,22±0,77 ^{defghi}	0,0±0 ^l
<i>H. bacteriophora</i>	23,56±0,20 ^{bcdef}	25,66±0,58 ^{abcd}	15,55±0,69 ^{ijkl}	17,33±0,58 ^{hij} k	16±0,3 ^{ijkl}	22,66±0,58 ^{bcdefg}	0,0±0 ^l
<i>H.sp.</i> (PC9)	24,78±0,96 ^{abcde}	29,22±0,69 ^{ab}	19,67±0,58 ^{efghij}	22,78±19 ^{bcdef} g	18,45±1,07 ^f ghijk	21,44±0,51 ^{cdefgh}	0,0±0 ^l
<i>H. bacteriophora</i> (PM10)	25,44±0,20 ^{abcd}	27,33±0,58 ^{abc}	17,11±0,5 ^{hijk}	17±0,88 ^{hijk}	14,11±1,3 ^{ijkl}	18,67±1,21 ^{fghijk}	0,0±0 ^l

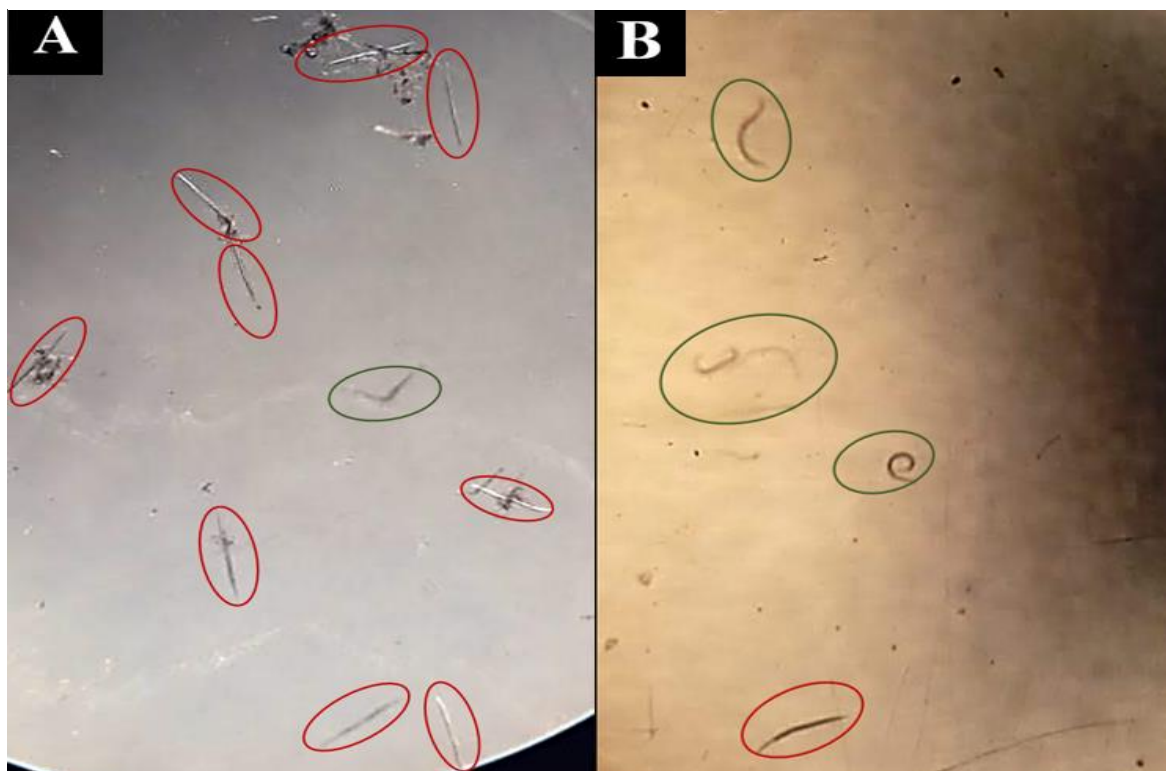
Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Media \pm SD)

En la tabla 5 se muestra la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de las cuatro cepas expuestos a las dos concentraciones de cada insecticida estudiado. La concentración al 100% de Thiodicarb y Chlorantraniliprole mas no en Spinosad, genera la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) similares en las cuatro cepas sin ser significativamente diferentes entre ellos. En Spinosad al 100% la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) con *Steinernema diaprepesi* (SV19) (18,11%), es similar a *H. bacteriophora*, *H. bacteriophora* (PM10) y *Heterorhabditis sp* (PC9), a su vez la mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) de *Heterorhabditis. sp* (PC9) (22,78%) es mayor que en *H. bacteriophora*, y *H. bacteriophora* (PM10) (17,33% y 17,00% respectivamente).

La concentración al 50%, de los tres insecticidas utilizados generan mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) similares en los cuatro cepas sin ser significativamente diferentes entre ellos. Con respecto a las concentraciones de los insecticidas trabajados no hay diferencia significativa entre ellas con respecto a las cuatro cepas de nematodos entomopatógenos (J3), excepto con las cepas de *Steinernema diaprepesi* (SV19) y *Heterorhabditis bacteriophora* con el insecticida Chlorantraniliprole, cuya concentración al 50% obtuvo la menor mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3), en comparación con la concentración del 100% que fue mayor (ambas concentraciones difirieron significativamente).

Figura 8

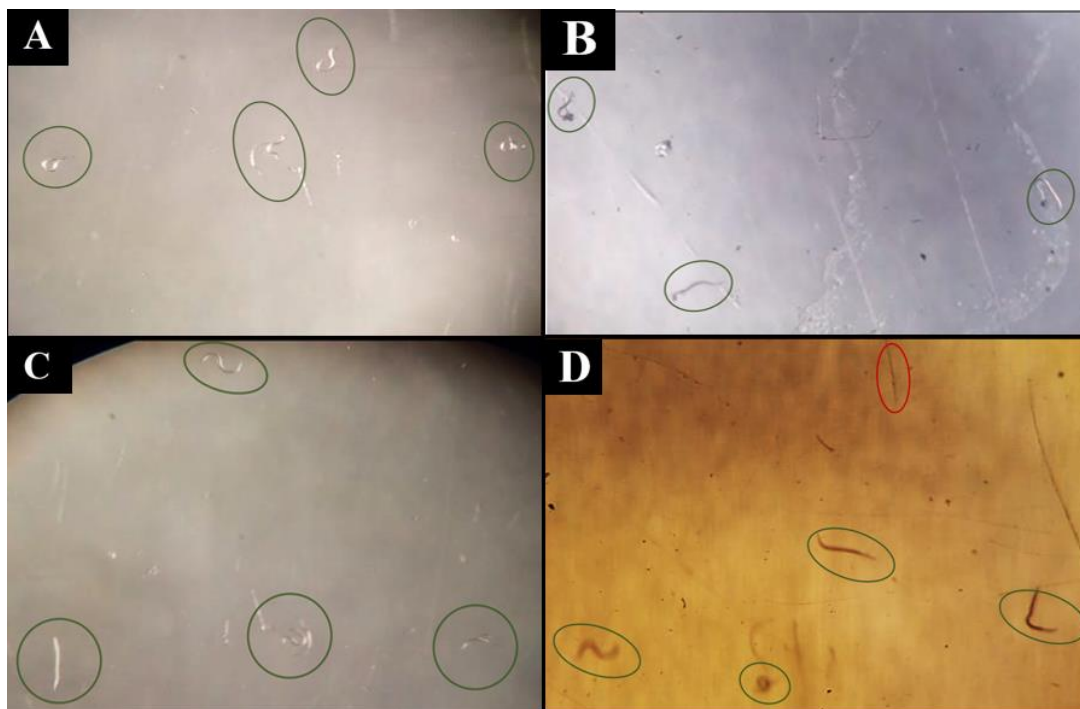
Tratamiento de Thiodicarb al 100% de concentración con Steinernema diaprepesi (SV19) (A) y Spinosad al 50% Steinernema diaprepesi (SV19) (B)



Nota. Nematodos entomopatógenos (J3) en círculo rojo están muertos y en círculo verde vivos.

Figura 9

Nematodos entomopatógenos expuestos a los tratamientos: Chlorantraniliprole al 50% con Heterorhabditis sp (PM10) (A), Chlorantraniliprole al 50% con Steinernema diaprepesi (SV19) (B), Chlorantraniliprole al 50% con Heterorhabditis bacteriophora (C) y Spinosad al 50% con Heterorhabditis bacteriophora (D)



Nota. Nematodos entomopatógenos (J3) en círculo rojo están muertos y en círculo verde vivos.

Efecto de Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la infectividad de nematodos entomopatógenos (J3)

Luego de las 72 horas de haber sido expuestas las larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* a los insecticidas con nematodos entomopatógenos (J3) se observó que todas las larvas habían muerto. Se procedió a la disección de larvas, se verificó la presencia de nematodos entomopatógenos (J3) vivos en su interior, y se determinó que ellas fueron causantes de la muerte. Larvas muertas parasitadas con *Heterorhabditis bacteriophora* (Figura 10 A), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (Figura 10 B), *Steinernema diaprepesi* (SV19) (Figura 10 C) y *Heterorhabditis* sp. (PC9) (Figura 10 D).

Figura 10

Larvas de tercer instar de Spodoptera frugiperda muertas



Tabla 6

Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de cada cepa, que ingresaron a las larvas de Spodoptera frugiperda después de ser expuestos a cada insecticida y el control

	<i>Steinernema diaprepesi (SV19)</i>	<i>H. bacteriophora</i>	<i>H. sp. (PC9)</i>	<i>H. bacteriophora (PM10)</i>
Thiodicarb	1,50± 0,291 ^c	2,17± 0,88 ^c	1,56± 0,51 ^c	0,06±0,10 ^b
Spinosad	16,28± 0,25 ^b	13,62± 0,84 ^b	17,39± 0,67 ^b	4,22± 1,40 ^a
Chlorantraniliprole	33,50± 2,65 ^a	22,11± 1,42 ^a	37,89±4,57 ^a	5,72± 1,84 ^a
T. control	17,22± 1,07 ^b	13,44±2,01 ^b	13,55±1,070 ^b	4,11± 0,51 ^a

Nota. En los resultados se muestra el análisis de cada especie con los tres insecticidas. (Media ± SD)

En la tabla 6 se muestra que el promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos que ingresaron a las larvas de *Spodoptera frugiperda* es significativamente diferente para cada insecticida estudiado. El promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de *Steinernema diaprepesi* con Thiodicarb (1,50) es menor que en Spinosad, Chlorantraniliprole y agua destilada, a su vez el promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos en Chlorantraniliprole es mayor que en Spinosad y el control (agua destilada lo cuales), siendo estos dos últimos similares entre sí. El promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de *Heterorhabditis bacteriophora* con Thiodicarb (2,17) es menor que en Spinosad, Chlorantraniliprole y agua destilada, a su vez el promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos en Chlorantraniliprole es mayor que en Spinosad y agua destilada lo cuales son similares, a su vez, entre sí. El promedio de nematodos (J3) vivos de *Heterorhabditis sp* (PC9) con Thiodicarb (1,56) es menor que en Spinosad, Chlorantraniliprole y agua destilada, a su vez el promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos en Chlorantraniliprole es mayor que en Spinosad y agua destilada los cuales son similares, a su vez entre, sí. El promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de *H. bacteriophora* (PM10) con Thiodicarb (0,06) es menor que en Spinosad, Chlorantraniliprole y agua destilada, los cuales son similares, a su vez, entre sí.

Tabla 1

Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de las cuatro cepas, que ingresaron a las larvas de Spodoptera frugiperda después de ser expuesta con cada insecticida y el t. control

	Thiodicarb	Spinosad	Chlorantraniliprole	T. Control
<i>Steinernema diaprepesi</i> (SV19)	1,50± 0,291 ^{ab}	16,28± 0,25 ^a	33,50± 2,65 ^a	17,22± 1,07 ^a
<i>H. bacteriophora</i>	2,17± 0,88 ^a	13,62± 0,84 ^a	22,11± 1,42 ^b	13,44±2,01 ^b
<i>H sp.</i> (PC9)	1,56± 0,51 ^a	17,39± 0,67 ^a	37,89±4,57 ^a	13,55±1,070 ^b
<i>H. bacteriophora</i> (PM10)	0,06±0,10 ^b	4,22± 1,40 ^b	5,72± 1,84 ^c	4,11± 0,51 ^c

Nota. En los resultados se muestra el análisis de cada especie con los tres insecticidas. (Media ± SD)

En la tabla 7 se muestra que el promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos que ingresaron a las larvas de *Spodoptera frugiperda* de cada cepa de nematodo entomopatógeno (J3) estudiado es significativamente diferente para cada insecticida estudiado incluso en el tratamiento control; así tenemos que para Thiodicarb con *H. bacteriophora* y *Heterorhabditis sp* (PC9) (2,17 y 1,56 respectivamente) son similares entre sí y con *Steinernema diaprepesi* (SV19) (1,50), pero a su vez los dos son mayores que *H. bacteriophora* (PM10) (0,06) el cual es similar a *Steinernema diaprepesi* (SV19). Para Spinosad con *H. bacteriophora*, *Heterorhabditis sp* (PC9) y *Steinernema diaprepesi* (SV19) (13,62; 17,39 y 16,28 respectivamente) son similares entre sí, pero a su vez mayor que *H. bacteriophora* (PM10) (4,22). Chlorantraniliprole con *Steinernema diaprepesi* (SV19) (33,50) es similar a *Heterorhabditis sp* (PC9) (37,89) y los dos a su vez son mayores que *H. bacteriophora* y *H. bacteriophora* (PM10) (22,11 y 5,72 respectivamente). *H. bacteriophora* a la vez es mayor que *H. bacteriophora* (PM10). En el tratamiento control *Steinernema diaprepesi* (SV19) (17,22) es mayor que *H. bacteriophora*, *Heterorhabditis sp* (PC9)) y *H. bacteriophora* (PM10) (13,44; 13,55 y 4,11 respectivamente), a su vez *H. bacteriophora* y *Heterorhabditis sp* (PC9) es mayor que *H. bacteriophora* (PM10).

Tabla 8

Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de las cuatro cepas, que ingresaron a las larvas de Spodoptera frugiperda después de ser expuesta a dos concentraciones de insecticidas y el t. control

Cepas	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S.diaprepesi</i> (SV19)	2,67±0,67 ^{abc}	0,33±0,34 ^{ab}	16,55±1,57 ^{fghi}	16±1,67 ^{fghij}	36,89±4,48 ^{jk}	30,11±0,84 ^{ijk}	17,22±1,07 ^{ghijk}
<i>H. bacteriophora</i>	3,33±0,88 ^{abc}	1,1±0,88 ^{abc}	13,78±1,07 ^{efg}	13,67±0,88 ^{efg}	22,78±3,50 ^{fghi}	21,45±0,69 ^{ghijk}	13,44±2,01 ^{efg}
<i>H.sp</i> (PC9)	1,55±0,39 ^{abc}	1,56±1,02 ^{abc}	19,78±1,83 ^{ghijk}	15±2,52 ^{fgh}	46,67±4,58 ^k	29,11±5,10 ^{hijk}	13,55±1,07 ^{defg}
<i>H. bacteriophora</i> (PM10)	0,0±0 ^a	0,11±0,19 ^{ab}	3,56±0,96 ^{abc}	4,89±1,83 ^{bcde}	5,0±2,33 ^{abcde}	6,45±1,35 ^{cdef}	4,11±0,51 ^{abcd}

Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Media \pm SD)

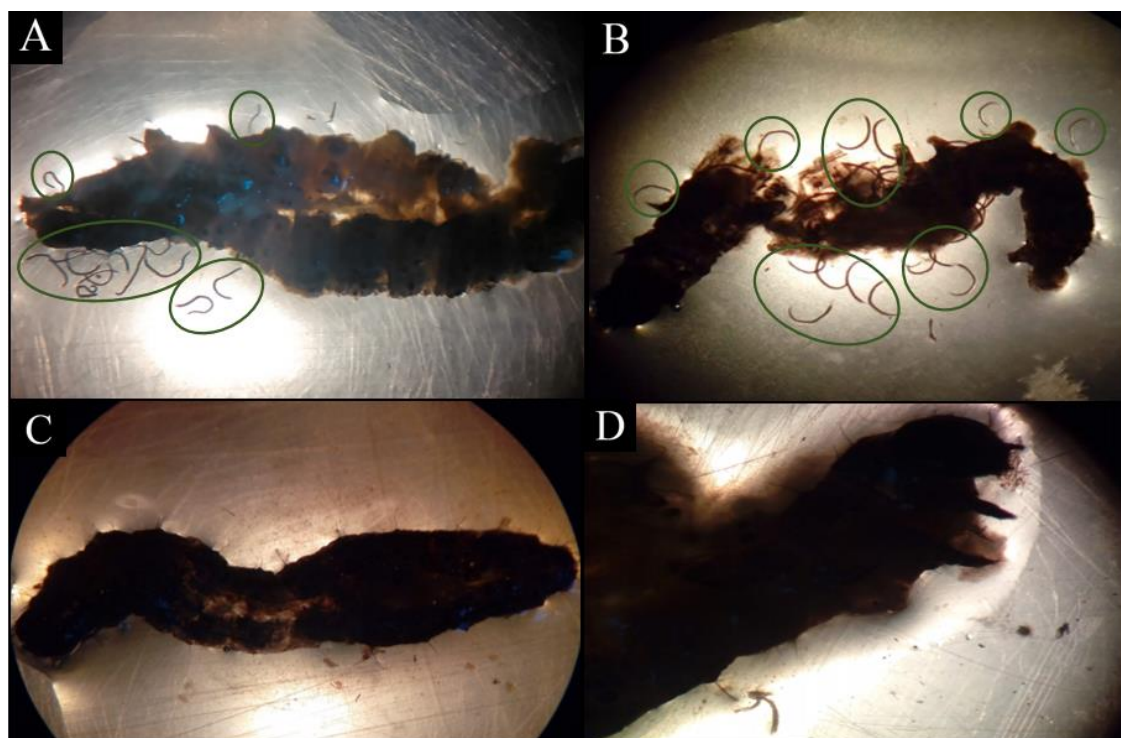
En la tabla 8 se muestra que el promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de las cuatro cepas de nematodos expuesto a dos concentraciones de insecticidas. Se observa que existe diferencia significativa para las concentraciones de 50% y 100% para cada cepa de nematodo con el insecticida Spinosad y Chlorantraniliprole incluso con el tratamiento control; así tenemos que tanto *Steinernema diaprepesi* (SV19), *H. bacteriophora*, *H. sp* (PC9), genera en promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos similares entre sí, pero significativamente mayor a *H. bacteriophora* (PM10) tanto para la concentración de 50% y 100% con los dos insecticidas. Lo mismo ocurre con el tratamiento control.

Se destaca, además, que en Chlorantraniliprole al 50% el promedio de ingreso de nematodos entomopatógenos (J3) es mayor en *H. sp* (PC9) que en *Steinernema diaprepesi* (SV19), *H. bacteriophora* y *H. bacteriophora* (PM10). Con respecto a las concentraciones (50% y 100%) no hubo diferencia significativa, en ambas se obtuvieron resultados similares.

La mayor infectividad por parte de los nematodos entomopatógenos (J3) contra larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda*, se observó en los tratamientos de Chlorantraniliprole al 50% con *Heterorhabditis sp* (PC9) (46,67), Chlorantraniliprole al 50% con *Steinernema diaprepesi* (SV19) y Chlorantraniliprole al 100% con *Steinernema diaprepesi* (SV19) (36,89 y 30,11 respectivamente), resultando ser los más idóneos a utilizar en el manejo de plaga. Por lo contrario, los tratamientos más inadecuados de emplear debido a la baja a nula infectividad de nematodos entomopatógenos (J3), son los tratamientos con Thiodicarb al 50% y al 100% utilizadas con las cepas de *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (5,0 y 6,45 respectivamente) (Tabla 8).

Figura 11

Larvas de tercer instar, después de ser expuestas a los tratamientos con nematodos entomopatógenos: Chlorantraniliprole al 100% y *S. diaprepesi* (SV19) (A), Chlorantraniliprole al 50% y *H. sp* (PC9) (B), Thiodicarb al 100% y *H. bacteriophora* (PM10) (No se encontró nematodos entomopatógenos (J3)) (C) y Thiodicarb al 100% y *H. bacteriophora* (D)



Nota. Nematodos entomopatógenos (J3) vivos en círculo verde.

DISCUSIÓN

De los insecticidas utilizados, el Thiodicarb, categoría toxicológica II, moderadamente peligrosa, fue el que causó la mortalidad más alta (durante 3 horas de exposición) (Tabla 3). El Thiodicarb, es un carbamato, que inhibe la enzima Acetilcolinesterasa produciendo la acumulación de acetilcolina, sobreexcitando las fibras nerviosas, ocasionando posteriormente la muerte del insecto (Bayer, 2019). Resultados similares al presente trabajo, obtuvo Diéguez (2010), donde a las 24 y 96 horas de exposición de *Heterorhabditis bacteriophora* al Furadan (carbamato) a concentraciones del 50% causó el 89% y 100% de mortalidad, respectivamente; y a concentración del 100%, presento una mortalidad total, con lo cual se concluye que el Thiodicarb no es una buena opción de uso conjunto con nematodos entomopatógenos (J3).

El Chlorantraniliprole, categoría toxicológica IV, no representan un riesgo agudo en uso normal y Spinosad, categoría toxicológica III, ligeramente peligroso obtuvieron el más bajo promedio de nematodos entomopatógenos (J3) muertos (Tabla 3). En el tratamiento control, agua destilada, no hubo nematodos entomopatógenos (J3) muertos.

Chlorantraniliprole, es una diamida antranílica, la cual se une a receptores de Rianodina provocando la liberación descontrolada de calcio, el insecto deja de alimentarse, se paraliza y finalmente muere. Actualmente es uno de los insecticidas menos tóxicos, y como se analizo en la presente investigación es uno de los insecticidas que causo la menor mortalidad de cepas de nematodos entomopatógenos (DU PONT, 2019). Resultados similares al presente trabajo se obtuvo con Sabino et al. (2018) el cual expuso nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis amazonensis* al insecticida Premio (diamida antranílica) durante 48 horas, obteniendo una baja mortalidad (1,28%), no difiriendo significativamente con el tratamiento control. También., Kesava et al (2015) obtuvieron porcentajes de mortalidad de 32,67%, 42,33% y 49,67% a las 24, 48 y 72 horas respectivamente, de *Steinernema abbasi* frente a Coragen (diamida antranílica), no siendo muy recomendable la combinación de esta cepa con el insecticida.

Spinosad causó la menor mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) en las cepas de *Steinernema diaprepesi* (SV19), *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) y *Heterorhabditis bacteriophora* (16,61; 17,05 y 16,45 respectivamente), estos resultados se pueden contrastar con los datos obtenidos por Khan et al., (2018), donde Spinosad no afectó a las cepas de *Heterorhabditis indica* y *Steinernema carpocapsae*. Asimismo, Kesava et al. (2015), mencionan una nula mortalidad de *Steinernema abbasi* (CISH EPN-1) expuesta a Spinosad, durante 24, 48 y 72 hora.

Otro punto de estudio fue determinar el efecto que causa los insecticidas a la infectividad de nematodos entomopatógenos (J3). Las cepas *Heterorhabditis sp.* (PC9), *Steinernema diaprepesi* (SV19) y *Heterorhabditis bacteriophora* presentaron mayor infectividad que la especie *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10), que fue la más afectada por los químicos (Tabla 7). Ulu et al. (2016) mencionaron que la capacidad infectiva de *Heterorhabditis bacteriophora* no se vio seriamente afectada, caso contrario paso con *Steinernema carpocapsae* DD-136 cuya infectividad se redujo demasiado, frente a glifosato, clorpirifos, captan y fosetil. Asimismo, *Heterorhabditis indica* resulto ser más tolerante que *Steinernema carpocapsae* a los insecticidas Organofosforados, Piretroides, Avermectina y Diaminas. A su vez su reproducción se vio afectada Devindrappa et al. (2017). Caso contrario sucedió en los resultados de Siqueira, et al., (2014) donde *S. carpocapsae* obtuvo mayor infectividad en comparación con *H. amazonensis*, expuestos a Chlorpirifos, Abemectina, Triflumurón, Deltametrina, dimethylamino - propyl, chlorantraniliprole, etc. Esto nos indica que la eficiencia conjunta de nematodos entomopatógenos (J3) y plaguicidas, se debe al tipo de cepa, químico a utilizar, condiciones ambientales, tiempo de exposición, etc. Estos factores producen efectos en la supervivencia, infectividad, reproducción, desarrollo y otras características biológicas de nematodos entomopatógenos (J3) (Sabino et al., 2018).

De los insecticidas utilizados, Thiodicarb afecto seriamente la infectividad de los nematodos entomopatógenos (J3), los cadáveres de larvas de *Spodoptera frugiperda* presentaron una baja cantidad de nematodos entomopatógenos (J3) en su interior y en otros no se encontró ni un nematodo entomopatógeno (J3) (Tabla 6). El Spinosad no presento diferencias significativas con el tratamiento control. El Chlorantraniliprole, por otro lado, potenció la infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) contra larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda*. Los resultados contrastan con los obtenidos por Siqueira et al. (2014) donde el químico antranilamida no afectó la infectividad de los nematodos entomopatógenos (J3). Asimismo, indico que la asociación de nematodos entomopatógenos (J3) con ciertos químicos aumenta su infectividad. Khan et al. (2018) obtuvieron mayor letalidad de larvas de segundo y tercer instar de *Spodoptera litura* cuando usaron conjuntamente nematodos entomopatógenos (J3) y Spinosad, que cuando lo usaron por separado. Esto podría deberse, a que los insecticidas alteran muchos sistemas entre ellos el inmunológico y neuroendocrino, el insecto produce una serie de reacciones de protección frente al químico, esto da como consecuencia una sobrecarga del organismo volviéndolo propenso a patógenos (Sabino et al., 2018), justificando así

los resultados obtenidos. Las combinaciones más eficientes según el presente trabajo fueron, Chlorantraniliprole al 50% con *Heterorhabditis* sp, (PC9) (46,67) y Chlorantraniliprole al 50% y 100% con *Steinernema diaprepesi* (SV19) (36,89 y 30,11 respectivamente), el insecticida produjo menos daño en la infectividad de estas cepas, pudiendo ingresar y producir la muerte del insecto (Tabla 8). Además, el uso conjunto de Thiodicarb a ambas concentraciones con las cepas utilizadas en la investigación, no resultó muy conveniente.

La presencia de insecticidas como cualquier otro químico produce cierto nivel de contaminación en el medio ambiente. Por ende, se tomó en cuenta el efecto de dos concentraciones (100% y 50%) de insecticidas. Los resultados fueron que ambas concentraciones afectan similarmente la infectividad de los nematodos entomopatógenos (J3), por lo que resulta más conveniente utilizar la concentración más baja (Tabla 8). El uso de insecticidas por debajo de la dosis recomendada reduciría los efectos negativos en los insectos benéficos y disminuiría los gastos económicos (Mahmoud et al., 2016; Sabino et al., 2018).

Sobre la base de los resultados de nuestra investigación, los nematodos entomopatógenos (J3) combinada con insecticidas puede ofrecer una mejor gestión de control de un manejo integrado de plagas. Los nematodos entomopatógenos (J3) pueden aplicarse utilizando casi todos los equipos de pulverización aérea o terrestre disponibles en el mercado (Laznik, Vidrih, y Trdan, 2012). La implementación futura de la aplicación conjunta de nematodos entomopatógenos (J3) e insecticidas debe ser respaldada por experimentos de campo, ya que los resultados obtenidos en el laboratorio no estuvieron expuestos a las condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

Con el insecticida Thiodicarb al 100% se presentó la mayor mortalidad (47,56%) de nematodos entomopatógenos (J3) de *Steinernema diaprepesi* (SV19); sin embargo, la menor mortalidad se observó con Chlorantraniliprole al 50% para *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (14,11%) y 13,89% con *Steinernema diaprepesi* (SV19).

La mayor infectividad se logró con la combinación de Chlorantraniliprole al 50% y *Heterorhabditis sp* (PC9) (46,67 nematodos entomopatógenos vivos), el Chlorantraniliprole al 50% y 100% con *Steinernema diaprepesi* (SV19) registraron 36,89 y 30,11 nematodos entomopatógenos vivos respectivamente. La menor infectividad se presentó con Thiodicarb al 100% y al 50% con *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10) (0,11 y 0,0 nematodos entomopatógenos vivos respectivamente).

RECOMENDACIONES

La aplicación conjunta de nematodos entomopatógenos (J3) e insecticidas deben ser evaluadas en condiciones de invernadero y campo, para contrastar con los datos obtenidos. Es necesario establecer la compatibilidad (sobrevivencia e infectividad) de especies de nematodos entomopatógenos (J3) a ciertos insecticidas, antes de ser incluido en el manejo integrado de plagas, para así obtener un eficiente control.

REFERENCIAS

- Alvarado, A. (2012). Hábitos parasitarios y comportamiento de un aislamiento nativo del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* en larvas de *Galleria mellonella L* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Chile.
- ARIS. (2019). Ficha Técnica de Tracer 120 SC (Spinosad). Obtenido de <http://interoc-custer.com/wp-content/uploads/2015/09/TRACER-Ficha-EC.pdf>
- Bayer. (20 de mayo de 2019). Ficha Técnica de Larvin 37 SF (Thiodicarb). Obtenido de <https://www.cropscience.bayer.pe/es-PE/Productos-e-innovacion/Productos/Insecticidas/Larvin-375-F.aspx>
- Bustillo, A. E. (2014). Nematodos entomopatógenos y sus posibilidades para el control de plagas de la palma de aceite. *Revista Palmas*, 35(2), 53-58.
- Cagnolo, S., y Gonzalez, J. (2017). Comportamiento de localización y elección de hospedadores, del nematodo entomopatógeno *Steinernema rarum* (OLI) (Nematoda: Steinernematidae). *FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES*, 4(1), 77-85. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/15285-46070-1-PB.pdf
- Chango, A. L. (2012). “CONTROL DE GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*)”. Ambato, Ecuador.
- Devindrappa, M., Jagadeesh, P., Manjunatha, G., y Vijayakumar, R. (2017). Compatibility of *Steinernema carpocapsae* and *Heterorhabditis indica* with insecticides registered against era (Lepidoptera: Noctuidae). 2017. *Journal of Biological Control*, 31(2), 95-101. doi:10.18311
- Diéguez , V. (2010). Susceptibilidad del nematodo entomopatógeno (*Heterorhabditis bacteriophora*) a nueve plaguicidas. Zamorano, Honduras.
- DU PONT. (20 de Mayo de 2019). Ficha Técnica de Coragen (Chlorantraniliprole). Obtenido de http://www.dupont.co/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/es_co/CORAGEN_FT_CO.pdf
- Duso, C., & Buhl, P. (2008). *Platygaster robiniae* n. sp. (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitoid of the black locust gall midge *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101(2).
- FAO. (2017). *Ciclo Biológico del Gusano Cogollero del Maíz (En América Latina)*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i7424s.pdf>
- Galdámez, J. (2015). Evaluación de Clorantraniliprol aplicado via riego por goteo para el control de larvas de *Diaphania spp.* en melón; Estanzuela, Zacapa. Estanzuela, Guatemala. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/09/Galdamez-Josue.pdf>

- González, M. (2006). Presencia, identificación y patogenicidad de nematodos entomopatógenos (Rhabditidae: Heterorhabditidae, Steinernematidae) aislados de suelos del Pacífico Centro Mexicano. Tecmán, México.
- Google maps. (2019). Obtenido de <https://www.google.com/maps/search/INIA+ferre%C3%B1afe/@-6.7601339,-79.8447325,12454m/data=!3m2!1e3!4b1>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2016). Principales características de los insecticidas utilizados en el cultivo de soja. *INTA EEA Paraná*, 31-50.
- Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. (2019). *Manual de plaguicidas de Centroamérica*. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de Manual de plaguicidas de Centroamérica: <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/539-tiodicarb>
- Kaya, H., Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic Nematodes, *Annu. Rev. Entomol*, 38,181-206.
- Kesava, H., Gundappa, M., Balaji, R., y Khan, R. (2015). Effect of Insecticides on the Survival and Infectivity of *Steinernema abbasi* (CISH EPN-1). *Indian Journal of Nematology*, 45(1), 48-51.
- Khan, R. R., Ali, R., Ali, A., Arshad, M., Majeed, S., Ahmed, S., y Khan, S. A. (2018). Compatibility of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) and the biocide, spinosad for mitigation of the armyworm, *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(58), 1-6.
- Laznik, Z., Vidrih, M., y Trdan, S. (2012). Los efectos de diferentes fungicidas sobre la viabilidad de nematodos entomopatógenos *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* Weiser, y *downesi* Heterorhabditis Stock, Griffin y Burnell (Nematoda: Rhabditida) bajo condiciones de laboratorio. *Revista Chilena de investigación agrícola*, 72(1). Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392012000100010&lang=es
- Lezaun, J. (2014). *Croplife Latin America*. Recuperado el 31 de Marzo de 2019, de Croplife Latin America: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>.
- Mahmoud, M., Mahfouz, H., Mohamed, K. (2016). Compatibility of Entomopathogenic Nematodes with Neonicotinoids and Azadirachtin Insecticides for Controlling the Black Cutworm, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) in Canola Plants. *Research in Environmental Science (IJRES)*, 2 Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/288833968_Compatibility_of_Entomopathogenic_Nematodes_with_Neonicotinoids_and_Azadirachtin_Insecticides_for_Controling_the_Black_Cutworm_Agrotis_ipsilon_Hufnagel_in_Canola_Plants

- Martín, Á. (2015). Resistencia de tres poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) a los insecticidas Tebufenocide y Mextoxyfenocide. 40. Lima, Perú.
- Moreno, C. (2017). Evaluación de parámetros para la producción del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis* sp. (Tumaco) en fermentación líquida. Palmira, Colombia.
- Morton, A. (2009). Los nematodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) para el control de gusano cabezudo, *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera: Buprestidae). Barcelona, España. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/3705/amj1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Poinar Jr. Nematodes for biological control of insects, CRC Press Boca Roton, FL, 1979.
- Ramos, D., Viamonte, P., y Valdés, N. (2014). Producción y calidad de *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) Cepa CH1 en el CREE Ciro Redondo, Ciego de Ávila, Cuba. *Granma Ciencia*, 18(2).
- Rodriguez, M., Ochandía, D., y Gómez, L. (2012). Nematodos entomopatógenos: elementos del desarrollo histórico y retos para su consolidación como biorreguladores en la agricultura en Cuba. *Protección Vegetal*, 27(3), 137-146.
- Sabino, P., Negrisoni, A., Andaló, V., y Cramer, C. (2018). Combined Application of Entomopathogenic Nematodes and Insecticides in the Control of Leaf-Miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on Tomato. *Neotrop Entomol*, 1-8. doi:10.1007/s13744-018-0643-2
- Sáenz, A. (2005). Importancia de los nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de aceite. *PALMAS*, 26(2), 41-56.
- Sáenz, A., y Luque, J. E. (2000). Ciclo de vida del entomonematodo nativo *Steinernema feltiae* Filipjev. *Agronomía Colombiana*, 17, 17-24.
- Santana, S., Flores, H., y Domínguez, P. (2017). *RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE GUSANO COGOLLERO (Spodoptera frugiperda) EN EL CULTIVO DE MAÍZ*. México. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325668824_RECOMENDACIONES_PARA_EL_CONTROL_DE_GUSANO_COGOLLERO_Spodoptera_frugiperda_EN_EL_CULTIVO_DE_MAIZ
- SENASA. (2019). SENASA. Obtenido de SENASA: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/registro-y-control-de-plaguicidas-agricolas/>
- Siqueira, P., Soares, F., Guevara, E., y Moino, A. (2014). Compatibility of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) with insecticides used in the tomato crop. *Nematoda*, 1-6. doi:10.4322/nematoda.03014

- Stock, P. (1992). capacidad patogénica de *Heterorhabditis* sp. (Nematoda) sobre insectos de alfalfa en Argentina. *Revista Peruana de Entomología*, 36, 17-18.
- Stock, P., Pryor, B., y Kaya, H. (1999). Distribution of entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity and Conservation*, 8, 535-549.
- Timper, P., y Kaya, K. (1989). Role of the Second Stage Cuticle of Entomogenous Nematodes in Preventing Infection by Nematophagous Fungi. *J. of Invertebrate Pathology*, 54, 314-321.
- Timper, P., Kaya, K., y Jaffee, B. (1991). Survival of Entomogenous Nematodes in Soil Infested with the Nematode-Parasitic Fungus *Hirsutella rhossiliensis* (Deuteromycotina : Hyphomycetes). *Biological Control*, 1, 42-45.
- Ulu, T., Sadic, B., y Susurluk, A. (2016). Effects of different pesticides on virulence and mortality of some entomopathogenic nematodes. *Invertebrate Survival Journal*, 111-115.
- University of Hertfordshire. (2018). *PPDB: Pesticide Properties Data Base*. Recuperado el 5 de Abril de 2019, de <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/Reports/1138.htm>
- Vázquez, E. (Diciembre de 2012). Caracterización de nemátodos entomopatógenos aislados del Valle de Guasave, Sinaloa, México. Guasave, Sinaloa, México.
- Vivas, L. E. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001
- Woodring, J., & Kaya, H. (1988). *Steinernematid and Heterorhabditid nematodes: a handbook of biology and techniques*. Fayetteville, 30.
- Yáñez, L. R., Vázquez, O. A., Arreguín, C. J., Soria, R. J., y Quijano, C. J. (2019). Sistema de alerta contra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2), 405-416. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-SistemaDeAlertaContraElGusanoCogolleroSpodopteraFr-6864354.pdf>
- Yuksel, E., y Ramazán, C. (2020). los efectos de algunos bioplaquicidas de uso común en la supervivencia y virulencia de aislamientos de nematodos entomopatógenos nativos de Turquía. *turKiye Biyolojik Mucadele Dergisi*.

ANEXOS

Anexo 01. Tratamientos utilizados en el experimento

Tratamientos	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
PC9THIO100	3	3	3
HBTH1IO00	3	3	3
SV19THIO100	3	3	3
PM10THIO100	3	3	3
PC9CHLO100	3	3	3
HBCHLO100	3	3	3
SV19CHLO100	3	3	3
PM10CHLO100	3	3	3
PC9SPI100	3	3	3
HBSPI100	3	3	3
SV19SPI100	3	3	3
PM10SPI100	3	3	3
PC9THIO50	3	3	3
HBTHIO50	3	3	3
SV19THIO50	3	3	3
PM10THIO50	3	3	3
PC9CHLO50	3	3	3
HBCHLO50	3	3	3
SV19CHLO50	3	3	3
PM10CHLO50	3	3	3
PC9SPI50	3	3	3
HBSPI50	3	3	3
SV19SPI50	3	3	3
PM10SPI50	3	3	3
TCPC9	3	3	3
TCHB	3	3	3
TCSV19	3	3	3

TCPM10	3	3	3
	84	84	84

PC9: *Heterorhabditis sp* HB: *Heterorhabditis bacteriophora* PM10: *Heterorhabditis bacteriophora* (PM10)
SV19: *Steinernema diaprepesi* (SV19) THIO: Thiodicarb CHLO: Chlorantraniliprole SPI: Spinosad TC:
tratamiento control 100: Concentración 100% 50: Concentración 50%

PRIMER ENSAYO

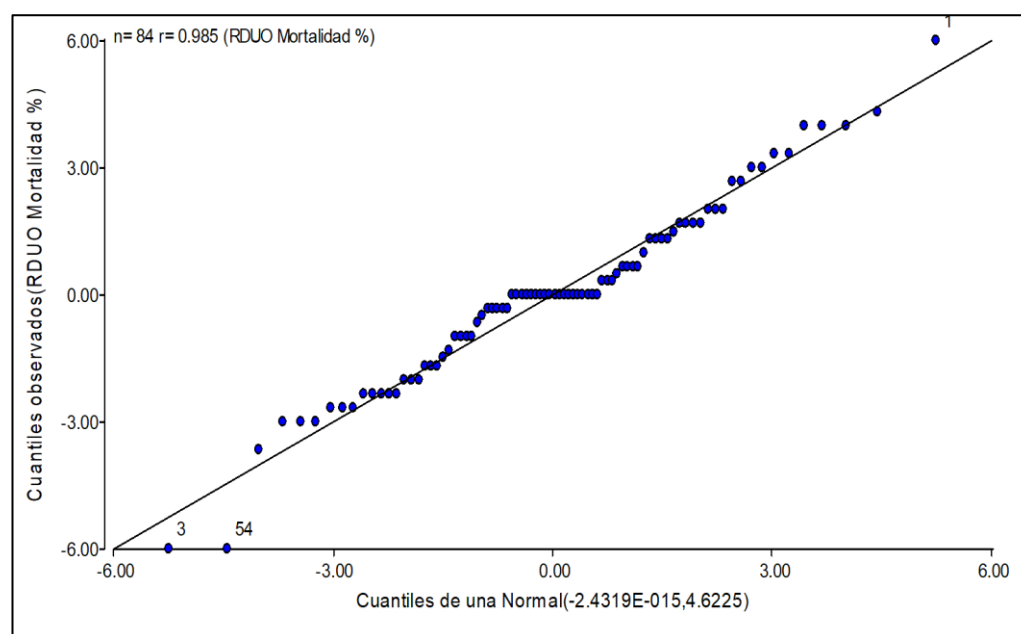
Anexo 02. Prueba De Normalidad.

Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov).

Variable	Ajuste	Media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO Mortalidad %	Normal (0,1)	0.00	4.62	84	0.19	0.0046

Nota: p menor a 0,05, donde se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Adaptado de Infostat (2018).

GRÁFICO Q-Q PLOT



Datos obtenidos de Infostat (2018).

Anexo 03. Prueba de Kruskal Wallis de la mortalidad de juveniles infectivos de nematodos entomopatógeno (J3), después de las 3 horas de exposición a insecticidas.

Cepas de NEPS	Insecticida	Concentración (%)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
---------------	-------------	-------------------	---	--------	------	----------	---	---

<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	50	3	15.67	3.79	14	74.06	<0,0001
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	100	3	22.33	2.52	22		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	50	3	15.33	2.08	16		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	100	3	18	3.61	17		
<i>H. bacteriophora</i>	T.C	0	3	0	0	0		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	50	3	23.67	2.31	25		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	100	3	25.33	1.53	25		
PC9	CHLO	50	3	18	3.61	17		
PC9	CHLO	100	3	21	1	21		
PC9	SPI	50	3	20	5.29	22		
PC9	SPI	100	3	23	2	23		
PC9	T.C	0	3	0	0	0		
PC9	THIO	50	3	25.33	2.08	26		
PC9	THIO	100	3	28.67	2.08	28		
PM10	CHLO	50	3	13.67	3.51	14		
PM10	CHLO	100	3	19	2.65	18		
PM10	SPI	50	3	17	2	17		
PM10	SPI	100	3	16.67	3.06	16		
PM10	T.C	0	3	0	0	0		
PM10	THIO	50	3	25.33	0.58	25		
PM10	THIO	100	3	28	2.65	29		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	50	3	14	3	14		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	100	3	21.67	1.53	22		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	50	3	15.67	1.53	16		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	100	3	18.33	2.52	18		
<i>S. diaprepesi</i>	T.C	0	3	0	0	0		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	50	3	28.33	2.08	29		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	100	3	48	6	48		

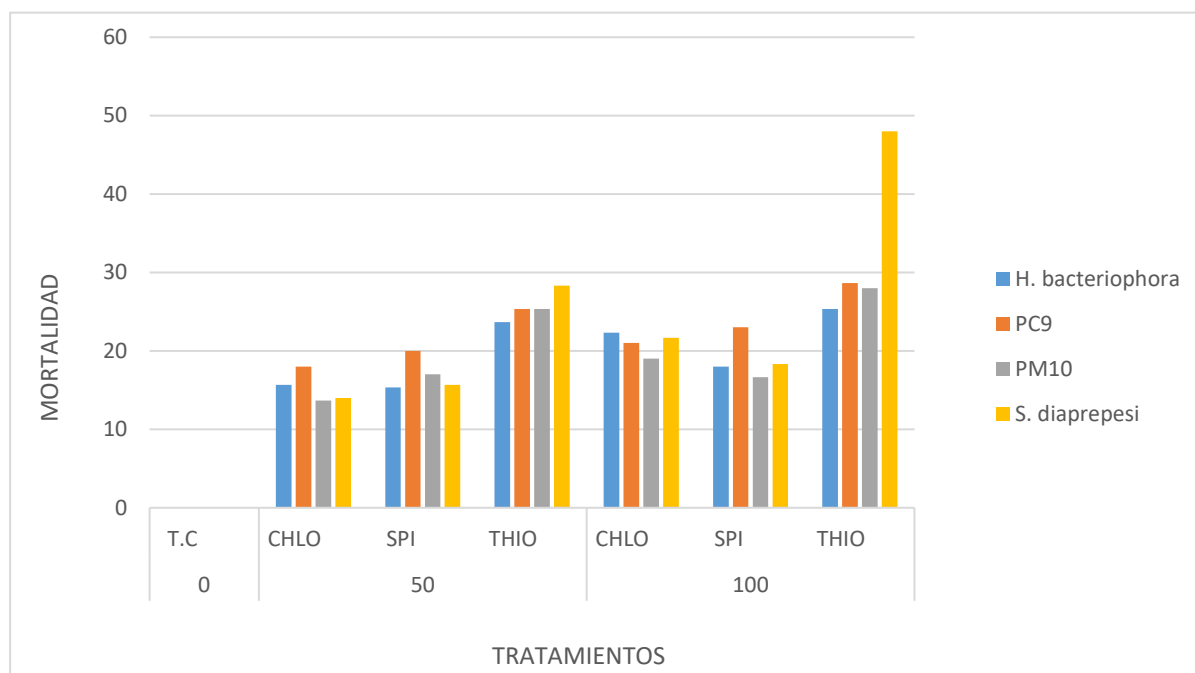
Nota: Adaptado de Infostat (2018).

Anexo 04. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) en cada tratamiento (Media \pm SD)

Cepas	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		T. Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S. diaprepesi</i>	28,33 \pm 2,08 ^{efg}	48 \pm 6 ^g	15,67 \pm 1,53 ^{ab}	18,33 \pm 2,52 ^{abcde}	14 \pm 3 ^{ab}	21,67 \pm 1,53 ^{bcdefg}	0 \pm 0 ^a
<i>H. bacteriophora</i>	23,67 \pm 2,31 ^{bcdefg}	25,33 \pm 1,53 ^{cdefg}	15,33 \pm 2,08 ^{ab}	18 \pm 3,61 ^{abcd}	15,67 \pm 3,79 ^{ab}	22,33 \pm 2,52 ^{bcdefg}	0 \pm 0 ^a
<i>H. sp.</i> , nativa 1 (PC9)	25,33 \pm 2,08 ^{cdefg}	28,67 \pm 2,08 ^{fg}	20 \pm 5,29 ^{abcdefg}	23 \pm 2 ^{bcdefg}	18 \pm 3,61 ^{abcd}	21 \pm 1 ^{bcdefg}	0 \pm 0 ^a
<i>H. sp.</i> , nativa 2(PM10)	25,33 \pm 0,58 ^{cdefg}	28 \pm 2,65 ^{defg}	17 \pm 2 ^{abc}	16,67 \pm 3,06 ^{abc}	13,67 \pm 3,51 ^{ab}	19 \pm 2,65 ^{abcdef}	0 \pm 0 ^a

Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 05. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3)



Nota. Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO).

Anexo 06. Prueba de Kruskal Wallis de la infectividad de juveniles infectivos de nematodos entomopatógeno (J3) expuestos a los insecticidas. Cantidad de nemátodos observados en los cadáveres de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* después de 72 horas.

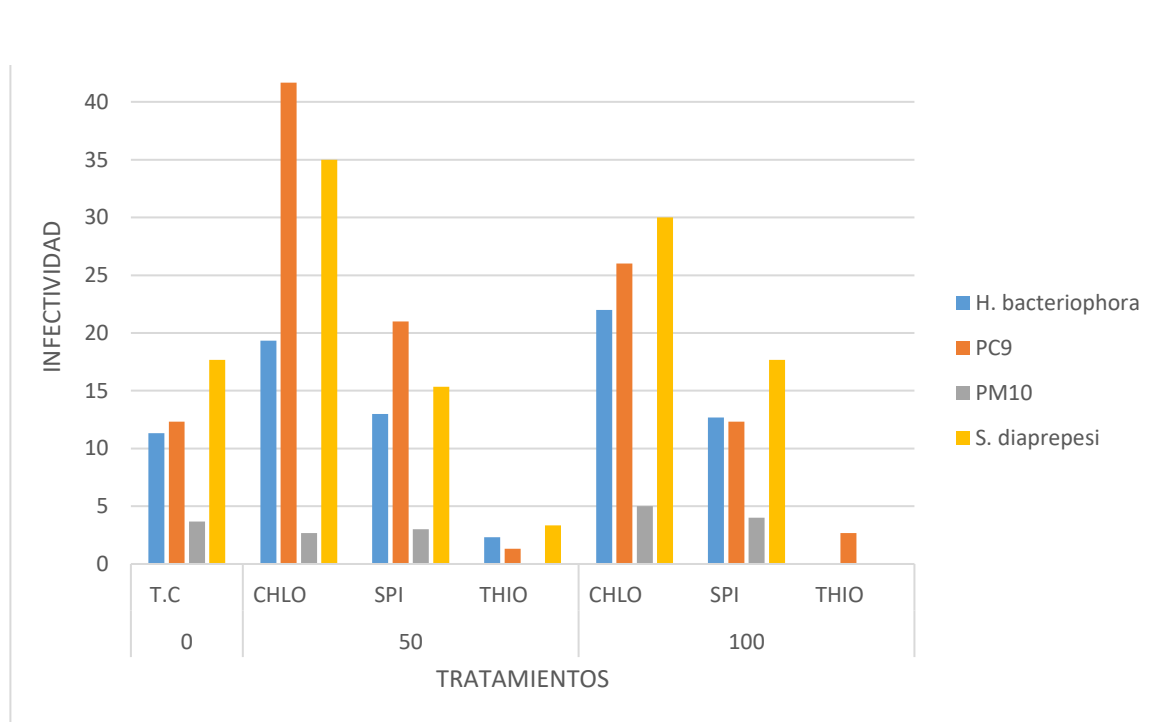
Cepas de NEPS	Insecticida	Concentración (%)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	50	3	19.33	5.86	17	77.21	<0,0001
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	100	3	22	6.93	18		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	50	3	13	3.61	12		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	100	3	12.67	3.06	12		
<i>H. bacteriophora</i>	T.C	0	3	11.33	2.52	11		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	50	3	2.33	0.58	2		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	100	3	0	0	0		
PC9	CHLO	50	3	41.67	10.41	45		
PC9	CHLO	100	3	26	3.61	25		
PC9	SPI	50	3	21	2.65	20		
DPC9	SPI	100	3	12.33	2.52	12		
PC9	T.C	0	3	12.33	1.53	12		
PC9	THIO	50	3	1.33	1.15	2		
PC9	THIO	100	3	2.67	2.31	4		
PM10	CHLO	50	3	2.67	0.58	3		
PM10	CHLO	100	3	5	1	5		
PM10	SPI	50	3	3	1	3		
PM10	SPI	100	3	4	1	4		
PM10	T.C	0	3	3.67	1.15	3		
PM10	THIO	50	3	0	0	0		
PM10	THIO	100	3	0	0	0		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	50	3	35	7	35		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	100	3	30	5	30		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	50	3	15.33	7.57	12		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	100	3	17.67	2.52	18		
<i>S. diaprepesi</i>	T.C	0	3	17.67	2.52	18		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	50	3	3.33	5.77	0		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	100	3	0	0	0		

Anexo 07. Infectividad de nematodo entomopatógenos (J3) expuestos a insecticidas, contra larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda*

Cepas	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S.diaprepesi</i>	3,33 ±5,77 ^{fg}	0 ± 0 ^f	15,33 ± 7,57 ^{abcdef}	17,67 ±2,52 ^{abcde}	35 ±7 ^a	30 ±5 ^a	17,67±2,52 ^{abcde}
<i>H. bacteriophora</i>	2,33 ± 0,58 ^{fg}	0 ±0 ^f	13 ± 3,61 ^{abcdef}	12,67 ±3,06 ^{abcdef}	19,33±5,86 ^{abcd}	22 ±6,96 ^{abc}	11,33±2,52 ^{abcdefg}
<i>H.sp</i> , nativa 1 (PC9)	1,33 ±1,15 ^{fg}	2,67±2,31 ^{defg}	21 ± 2,65 ^{abc}	12,33 ±2,52 ^{abcdef}	41,67 ±10,41 ^a	26 ±2,61 ^{ab}	12,33±1,53 ^{abcdef}
<i>H.sp</i> , nativa 2 (PM10)	0 ±0 ^f	0 ±0 ^f	3 ±1 ^{defg}	4 ± 1 ^{cdefg}	2,67 ±0,58 ^{efg}	5 ± 1 ^{bcdefg}	3,67±1,15 ^{cdefg}

Letra en común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 08. *Infectividad* de nematodos entomopatógenos (J3), después de ser expuestos a los tratamientos



Nota: Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO).

SEGUNDO ENSAYO

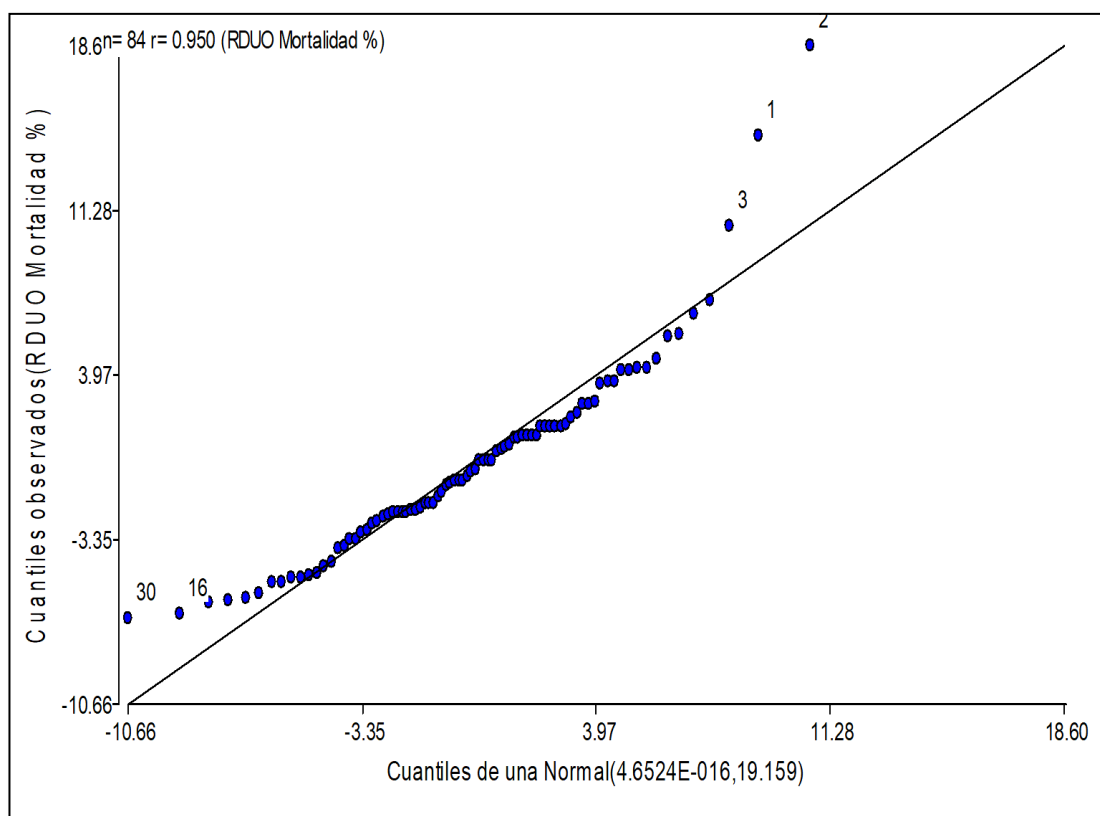
Anexo 09. Prueba De Normalidad

Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov).

Variable	Ajuste	Media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO Mortalidad %	Normal (0,1)	0.00	19.16	84	0.36	<0.0001

Nota: p menor a 0,05, donde se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Adaptado de Infostat (2018).

GRÁFICO Q-Q PLOT



Datos obtenidos de Infostat (2018).

Anexo 10. Prueba de Kruskal Wallis de la mortalidad de juveniles infectivos de nematodos entomopatógeno (J3), después de las 3 horas de exposición a insecticidas.

Cepas de NEPS	Insecticida	Concentración (%)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	50	3	16	3.61	15	74.33	<0,0001
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	100	3	23.33	1.53	23		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	50	3	15	3	15		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	100	3	17	4.36	19		
<i>H. bacteriophora</i>	T. C	0	3	0	0	0		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	50	3	23.33	3.51	23		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	100	3	25.33	1.53	25		
PC9	CHLO	50	3	17.67	1.53	18		
PC9	CHLO	100	3	22	1	22		
PC9	SPI	50	3	19	4.58	20		
PC9	SPI	100	3	22.67	2.08	22		
PC9	T. C	0	3	0	0	0		
PC9	THIO	50	3	23.67	2.52	24		
PC9	THIO	100	3	29	1.73	30		
PM10	CHLO	50	3	13	5	13		
PM10	CHLO	100	3	17.33	2.89	19		
PM10	SPI	50	3	17.67	2.08	17		
PM10	SPI	100	3	16.33	3.21	15		
PM10	T. C	0	3	0	0	0		
PM10	THIO	50	3	25.33	2.52	25		
PM10	THIO	100	3	27	2	27		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	50	3	13.33	2.08	14		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	100	3	21.67	3.06	21		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	50	3	14.67	3.51	15		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	100	3	18	1.73	17		
<i>S. diaprepesi</i>	T. C	0	3	0	0	0		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	50	3	28	4.36	26		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	100	3	48	4	48		

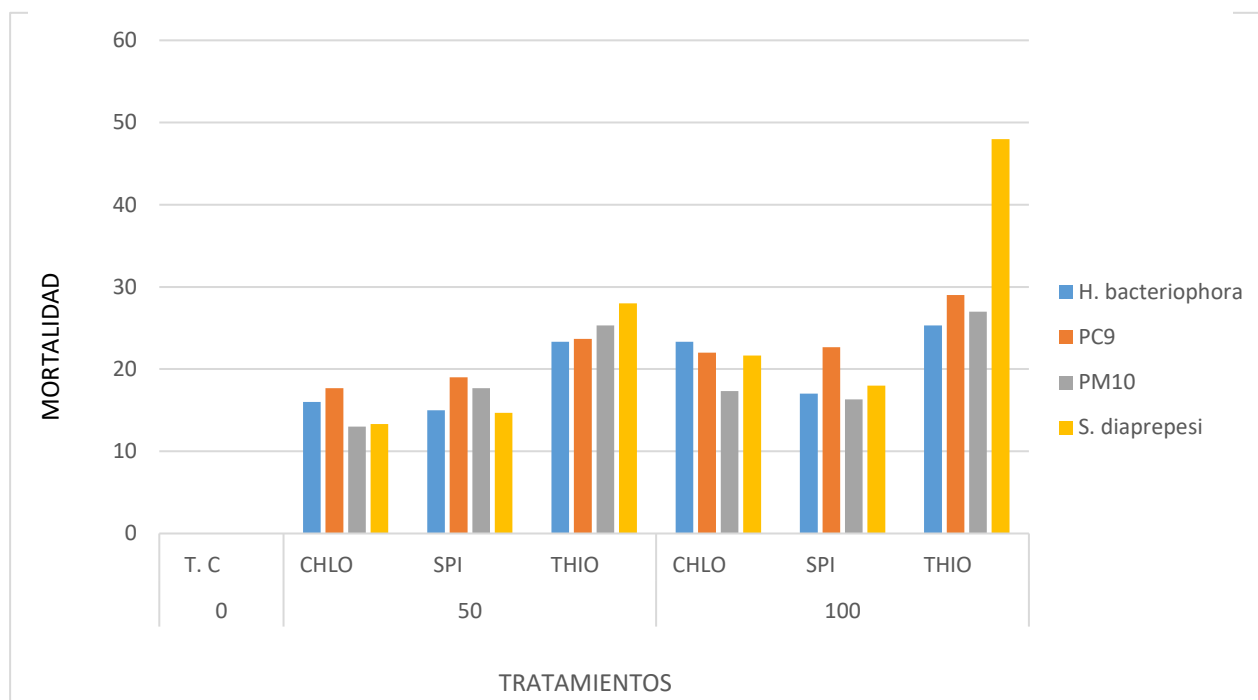
Nota: Adaptado de Infostat (2018).

Anexo 11. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) en cada tratamiento (Media \pm SD)

Cepas	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>Steinernema diaprepesi</i>	28 \pm 4,36 ^{abc}	48 \pm 4 ^a	14,67 \pm 3,51 ^{efgh}	18 \pm 1,73 ^{cdefgh}	13,33 \pm 2,08 ^{gh}	21,67 \pm 3,06 ^{abcdefg}	0 \pm 0 ^h
<i>H. bacteriophora</i>	23,33 \pm 3,51 ^{abcd} ef	25,33 \pm 1,53 ^{abcd}	15 \pm 3 ^{efgh}	17 \pm 4,36 ^{cdefgh}	16 \pm 3,61 ^{defgh}	23,33 \pm 1,53 ^{abcdef}	0 \pm 0 ^h
<i>Heterorhabditis sp.</i> , nativa 1 (PC9)	23,67 \pm 2,52 ^{abcd} e	29 \pm 1,73 ^{ab}	19 \pm 4,58 ^{abcdefg}	22,67 \pm 2,08 ^{abcdef} g	17,67 \pm 1,53 ^{cdefg} h	22 \pm 1 ^{abcdefg}	0 \pm 0 ^h
<i>Heterorhabditis sp.</i> , nativa 2(PM10)	25,33 \pm 2,52 ^{abcd}	27 \pm 2 ^{abc}	17,67 \pm 2,08 ^{cdef} gh	16,33 \pm 3,21 ^{defgh}	13 \pm 2,89 ^{fgh}	17,33 \pm 2,89 ^{defgh}	0 \pm 0 ^h

Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3)



Nota. Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO).

Anexo 13. Prueba de Kruskal Wallis de la infectividad de juveniles infectivos de nematodos entomopatógeno (J3), expuestos a los insecticidas. Cantidad de nematodos entomopatógeno (J3) observados en los cadáveres de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* después de 72 horas.

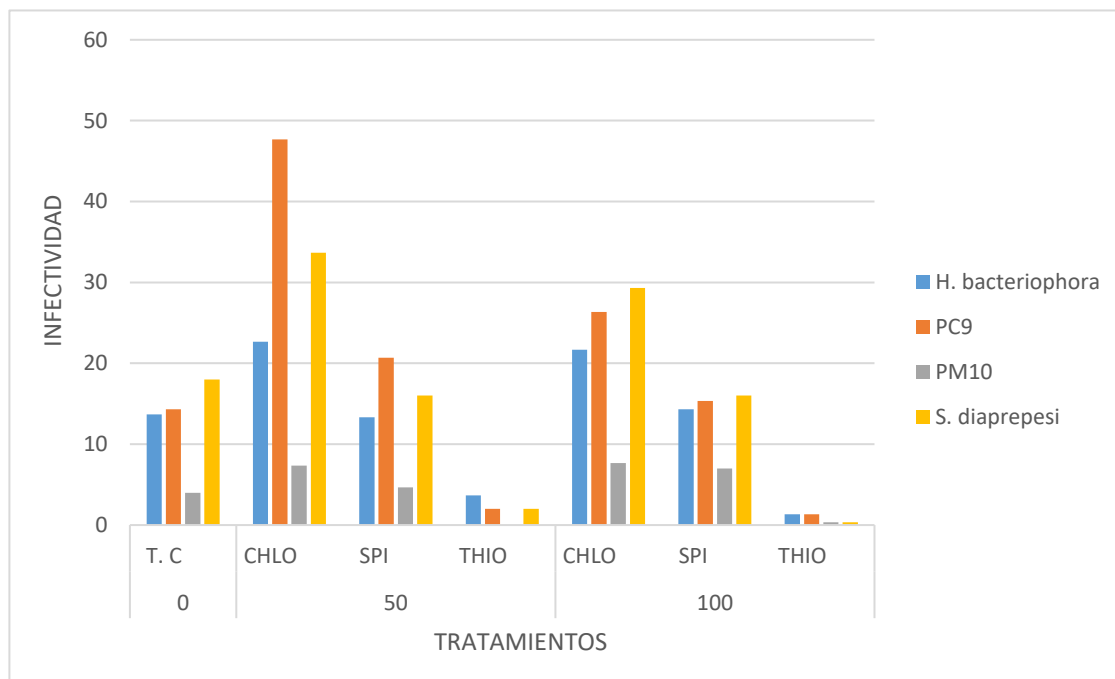
Cepas de NEPS	Insecticida	Concentración (%)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
H. bacteriophora	CHLO	50	3	22.67	5.51	23	78.09	<0,0001
H. bacteriophora	CHLO	100	3	21.67	4.04	21		
H. bacteriophora	SPI	50	3	13.33	2.89	15		
H. bacteriophora	SPI	100	3	14.33	4.51	14		
H. bacteriophora	T. C	0	3	13.67	3.79	12		
H. bacteriophora	THIO	50	3	3.67	1.53	4		
H. bacteriophora	THIO	100	3	1.33	2.31	0		
PC9	CHLO	50	3	47.67	10.02	44		
PC9	CHLO	100	3	26.33	3.51	26		
PC9	SPI	50	3	20.67	2.52	21	78.09	<0,0001
PC9	SPI	100	3	15.33	3.06	16		
PC9	T. C	0	3	14.33	1.53	14		
PC9	THIO	50	3	2	1.73	3		
PC9	THIO	100	3	1.33	1.53	1		
PM10	CHLO	50	3	7.33	1.53	7		
PM10	CHLO	100	3	7.67	2.52	8		
PM10	SPI	50	3	4.67	0.58	5		
PM10	SPI	100	3	7	2	7		
PM10	T. C	0	3	4	1	4	78.09	<0,0001
PM10	THIO	50	3	0	0	0		
PM10	THIO	100	3	0.33	0.58	0		
S. diaprepesi	CHLO	50	3	33.67	7.09	35		
S. diaprepesi	CHLO	100	3	29.33	4.04	30		
S. diaprepesi	SPI	50	3	16	4	16		
S. diaprepesi	SPI	100	3	16	1.73	15		
S. diaprepesi	T. C	0	3	18	1	18		
S. diaprepesi	THIO	50	3	2	3.46	0		
S. diaprepesi	THIO	100	3	0.33	0.58	0		

Anexo 14. Infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) expuesto a insecticidas, contra larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* (Media \pm SD)

Cepas	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S. diaprepesi</i>	2 \pm 3,46 ^{efghi}	0,33 \pm 0,58 ^{hi}	16 \pm 4 ^{abcd}	16 \pm 1,73 ^{abcd}	33,67 \pm 7,09 ^a	29,33 \pm 4,04 ^a	18 \pm 1 ^{abcd}
<i>H. bacteriophora</i>	3,67 \pm 1,53 ^{def} ghi	1,33 \pm 2,31 ^{ghi}	13,33 \pm 2,89 ^{abcdefg} h	14,33 \pm 4,51 ^{abcdef} g	22,67 \pm 5,51 ^{ab} c	21,67 \pm 4,04 ^{abc}	13,67 \pm 3,79 ^{abcdefg}
<i>H. sp</i> , nativa 1 (PC9)	2 \pm 1,73 ^{efghi}	1,33 \pm 1,53 ^{fghi}	20,67 \pm 2,52 ^{abc}	15,33 \pm 3,06 ^{abcdef}	47,67 \pm 10,02 ^a	26,33 \pm 3,51 ^{ab}	14,33 \pm 1,53 ^{abcdefg}
<i>H. sp</i> , nativa 2 (PM10)	0 \pm 0 ⁱ	0,33 \pm 0,58 ^{hi}	4,67 \pm 0,58 ^{defghi}	7 \pm 2 ^{cdefghi}	7,33 \pm 1,53 ^{bcdefg} hi	7,67 \pm 2,52 ^{bcdefgh} i	4 \pm 1 ^{defghi}

Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 15. Infectividad de nemátodos entomopatógenos (J3), después de ser expuestas a los tratamientos



Nota: Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO).

TERCER ENSAYO

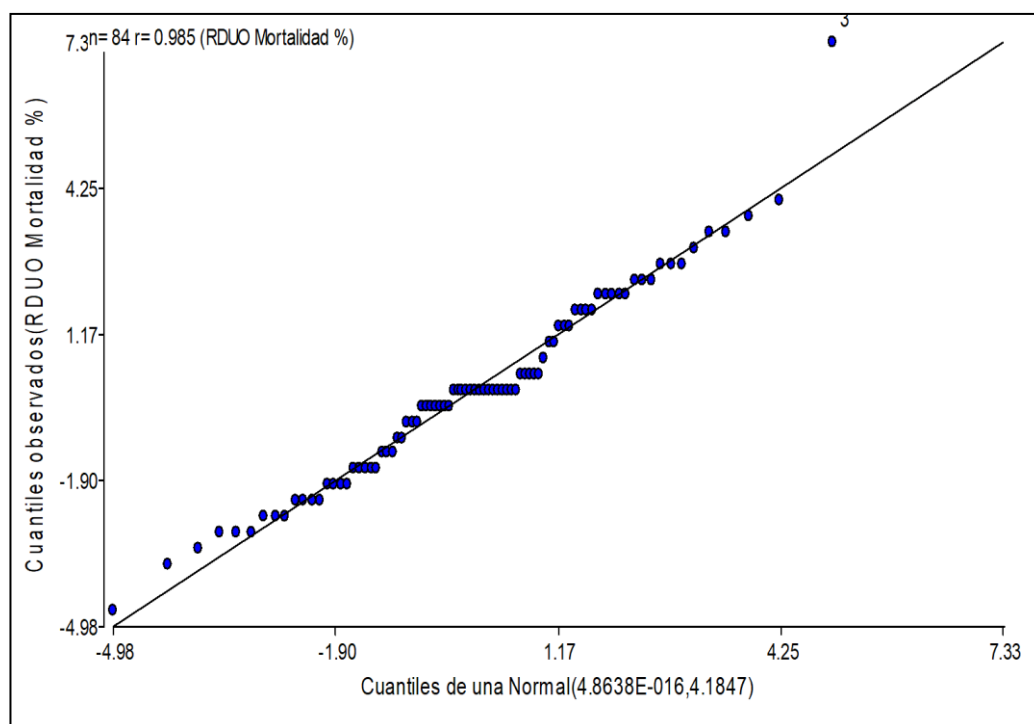
Anexo 16. Prueba De Normalidad

Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov).

Variable	Ajuste	Media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO Mortalidad %	Normal (0,1)	0.00	4.18	84	0.21	0.0009

Nota: p menor a 0,05, donde se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Adaptado de Infostat (2018).

GRÁFICO Q-Q PLOT



Datos obtenidos de Infostat (2018).

Anexo 17. Prueba de Kruskal Wallis de la mortalidad de juveniles infectivos de nematodos entomopatógeno (J3), después de las 3 horas de exposición a insecticidas

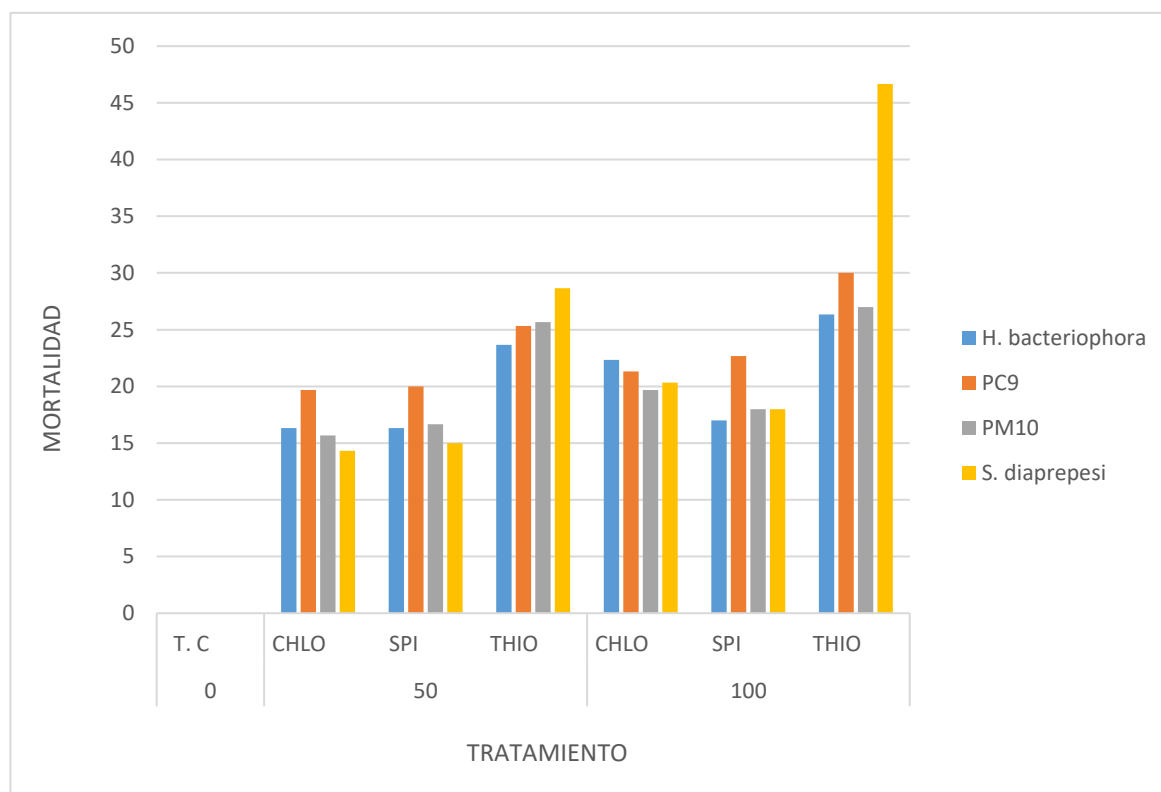
Cepas de NEPS	Insecticida	Concentración		N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
		(%)							
H. bacteriophora	CHLO	50	3	16.33	3.51	16	75.18	<0,0001	
H. bacteriophora	CHLO	100	3	22.33	1.53	22			
H. bacteriophora	SPI	50	3	16.33	2.08	17			
H. bacteriophora	SPI	100	3	17	3.61	16			
H. bacteriophora	T. C	0	3	0	0	0			
H. bacteriophora	THIO	50	3	23.67	3.51	24			
H. bacteriophora	THIO	100	3	26.33	1.53	26			
PC9	CHLO	50	3	19.67	2.52	20			
PC9	CHLO	100	3	21.33	1.53	21			
PC9	SPI	50	3	20	2	20			
PC9	SPI	100	3	22.67	1.53	23			
PC9	T. C	0	3	0	0	0			
PC9	THIO	50	3	25.33	2.52	25			
PC9	THIO	100	3	30	2	30			
PM10	CHLO	50	3	15.67	1.53	16			
PM10	CHLO	100	3	19.67	1.53	20			
PM10	SPI	50	3	16.67	3.06	16			
PM10	SPI	100	3	18	2.65	19			
PM10	T. C	0	3	0	0	0			
PM10	THIO	50	3	25.67	2.08	25			
PM10	THIO	100	3	27	2.65	26			
S. diaprepesi	CHLO	50	3	14.33	2.52	14			
S. diaprepesi	CHLO	100	3	20.33	2.52	20			
S. diaprepesi	SPI	50	3	15	2	15			
S. diaprepesi	SPI	100	3	18	2.65	19			
S. diaprepesi	T. C	0	3	0	0	0			
S. diaprepesi	THIO	50	3	28.67	2.08	28			
S. diaprepesi	THIO	100	3	46.67	6.43	44			

Anexo 18. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) a los tratamientos utilizados (Media \pm SD)

Cepas de NEPS	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S.diaprepesi</i>	28,67 \pm 2,08 ^{ab}	46,67 \pm 6.43 ^a	15 \pm 2 ^{gh}	18 \pm 2,65 ^{cdefgh}	14,33 \pm 2,52 ^{gh}	20,33 \pm 2,52 ^{abcd} efgh	0 \pm 0 ^h
<i>H. bacteriophora</i>	23,67 \pm 3,51 ^{ab} cdefg	26,33 \pm 1,53 ^{abcd}	16,33 \pm 2,08 ^{gh}	17 \pm 3,61 ^{defgh}	16,33 \pm 3,51 ^{fgh}	22,33 \pm 1,53 ^{abcd} efg	0 \pm 0 ^h
<i>H.sp.</i> , nativa 1 (PC9)	25,33 \pm 2,52 ^{ab} cdef	30 \pm 2 ^{ab}	20 \pm 2 ^{abcdefgh}	22,67 \pm 1,53 ^{abcdefg}	19,67 \pm 2,52 ^{bcde} fgh	21,33 \pm 1,53 ^{abcd} efg	0 \pm 0 ^h
<i>H.sp.</i> , nativa 2 (PM10)	25,67 \pm 2,08 ^{ab} cde	27 \pm 2,65 ^{abc}	16,67 \pm 3,06 ^{efgh}	18 \pm 2,65 ^{cdefgh}	15,67 \pm 1,53 ^{gh}	19,67 \pm 1,53 ^{bdef} gh	0 \pm 0 ^h

Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 19. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3)



Nota. Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO).

Anexo 20. Prueba de Kruskal Wallis de la infectividad de nematodos entomopatógeno (J3) expuestos a los insecticidas. Cantidad de nematodos entomopatógeno (J3) observados en los cadáveres de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* después de 72 horas.

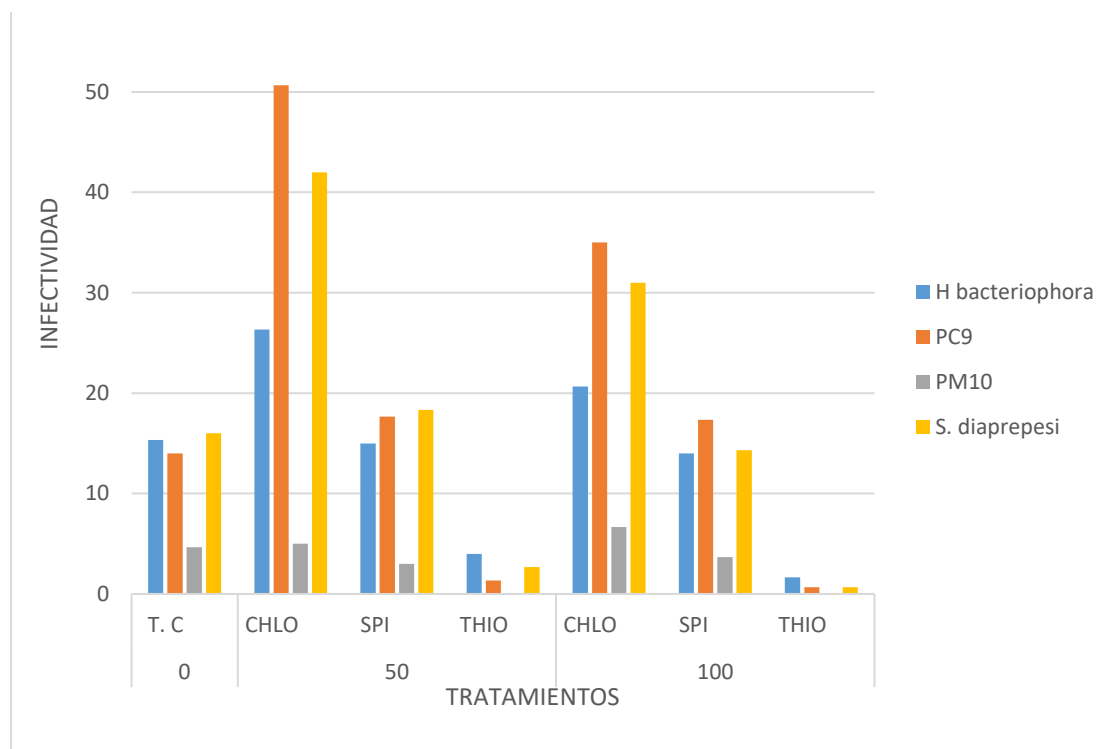
Cepas de NEPS	Insecticida	Concentración		N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
		(%)							
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	50		3	26.33	4.73	28	76.67	<0,0001
<i>H. bacteriophora</i>	CHLO	100		3	20.67	6.03	20		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	50		3	15	3.61	16		
<i>H. bacteriophora</i>	SPI	100		3	14	2.65	13		
<i>H. bacteriophora</i>	T. C	0		3	15.33	3.06	16		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	50		3	4	4	4		
<i>H. bacteriophora</i>	THIO	100		3	1.67	1.53	2		
PC9	CHLO	50		3	50.67	3.79	49		
PC9	CHLO	100		3	35	6.24	37		
PC9	SPI	50		3	17.67	2.52	18		
PC9	SPI	100		3	17.33	8.08	16		
PC9	T. C	0		3	14	1	14		
PC9	THIO	50		3	1.33	1.53	1		
PC9	THIO	100		3	0.67	0.58	1		
PM10	CHLO	50		3	5	2	5		
PM10	CHLO	100		3	6.67	3.06	6		
PM10	SPI	50		3	3	1	3		
PM10	SPI	100		3	3.67	0.58	4		
PM10	T. C	0		3	4.67	2.08	4		
PM10	THIO	50		3	0	0	0		
PM10	THIO	100		3	0	0	0		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	50		3	42	6.56	43		
<i>S. diaprepesi</i>	CHLO	100		3	31	3.61	30		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	50		3	18.33	5.86	16		
<i>S. diaprepesi</i>	SPI	100		3	14.33	5.13	13		
<i>S. diaprepesi</i>	T. C	0		3	16	1	16		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	50		3	2.67	2.52	3		
<i>S. diaprepesi</i>	THIO	100		3	0.67	1.15	0		

Anexo 21. Infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) expuesto a insecticidas, contra larvas de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* (Media \pm SD)

Cepas De NEPS	Thiodicarb		Spinosad		Chlorantraniliprole		Control
	50%	100%	50%	100%	50%	100%	
<i>S.diaprepesi</i>	2,67 \pm 2,52 ^{defg} hi	0,67 \pm 1,15 ^{hi}	18,33 \pm 5,86 ^{ab} cd	14,33 \pm 5,13 ^{abcdefg}	42 \pm 6,56 ^a	31 \pm 3,61 ^a	16 \pm 1 ^{abcd}
<i>H. bacteriophora</i>	4 \pm 4 ^{cdefghi}	1,67 \pm 1,53 ^{ef} ghi	15 \pm 3,61 ^{abcde} f	14 \pm 2,65 ^{abcdefg}	20,67 \pm 4,73 ^a b	26,33 \pm 6,06 ^{abc}	15,33 \pm 3,06 ^{abcdef}
<i>H.sp</i> , nativa 1 (PC9)	1,33 \pm 1,53 ^{fg} hi	0,67 \pm 0,58 ^{gh} i	17,67 \pm 2,52 ^{ab} cd	17,33 \pm 8,08 ^{abcde}	50,67 \pm 3,79 ^a	35 \pm 6,24 ^a	14 \pm 1 ^{abcdef}
<i>H.sp</i> , nativa 2 (PM10)	0 \pm 0 ⁱ	0 \pm 0 ⁱ	3 \pm 1 ^{cdefghi}	3,67 \pm 0,58 ^{cdefghi}	5 \pm 2 ^{cdefghi}	6,67 \pm 3,06 ^{bcdefghi}	4,67 \pm 2,08 ^{cdefghi}

Letras en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

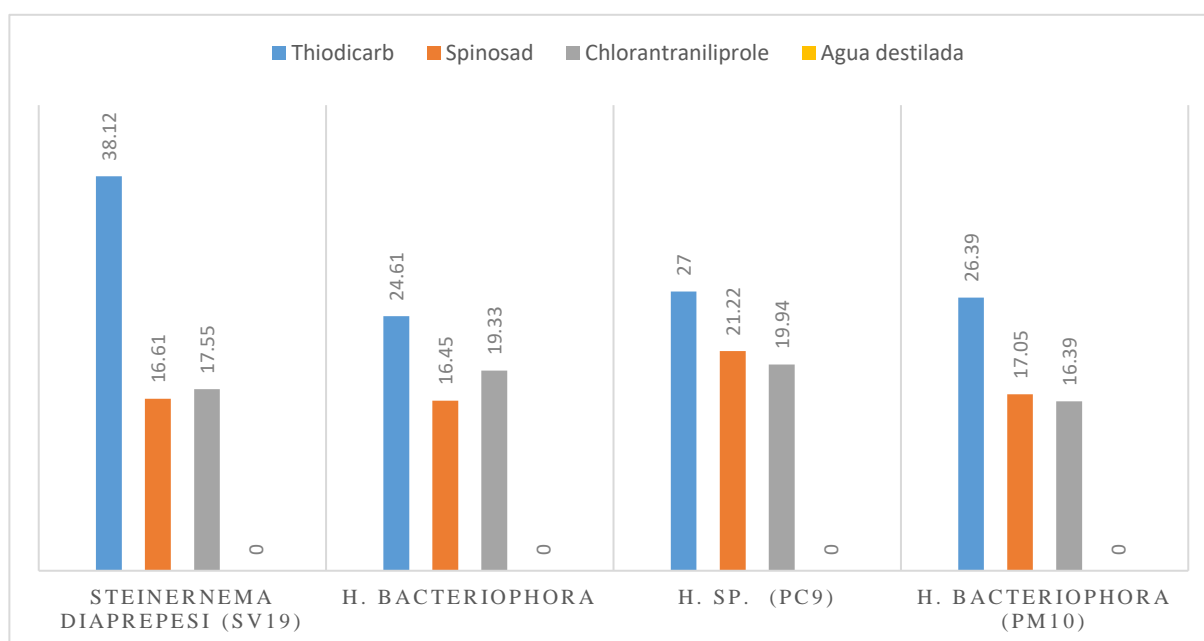
Anexo 22. Infectividad de nematodos entomopatógenos (J3), después de ser expuestas a los tratamientos



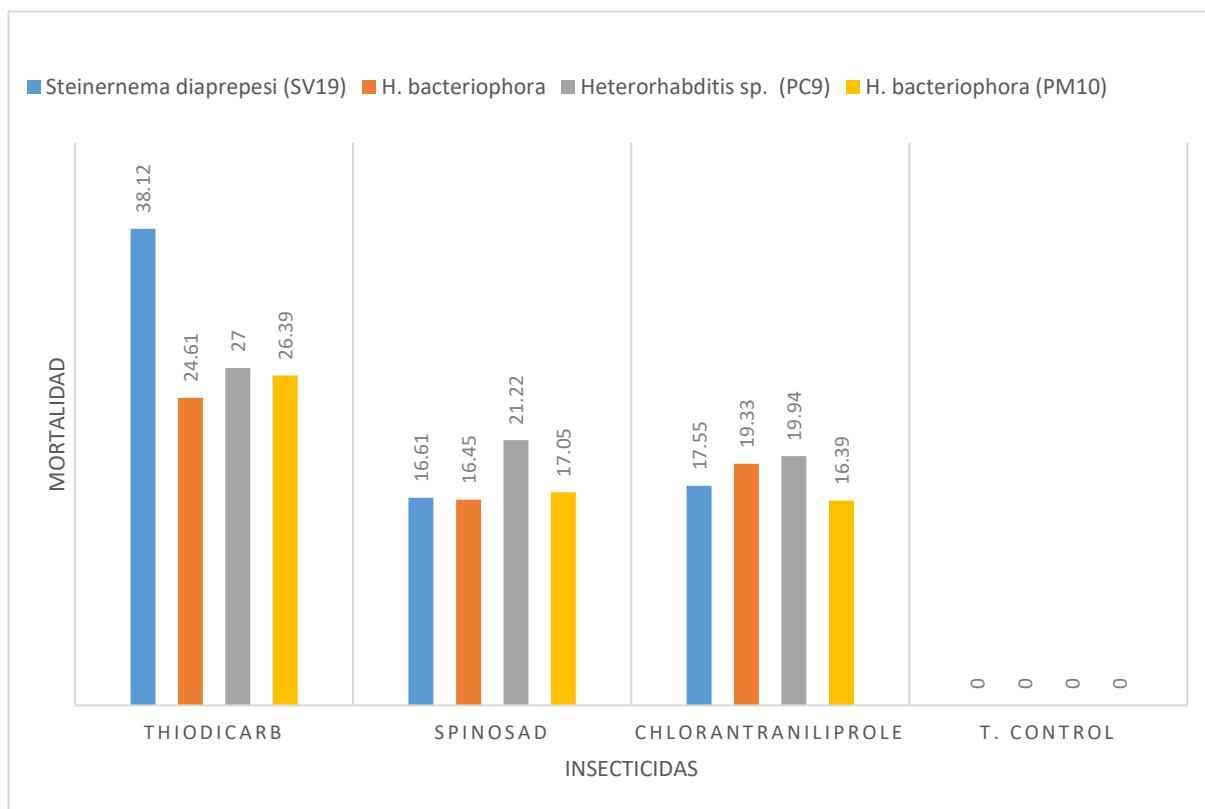
Nota: Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO)

PROMEDIO DE LOS TRES ENSAYOS

Anexo 23. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) por cada insecticida

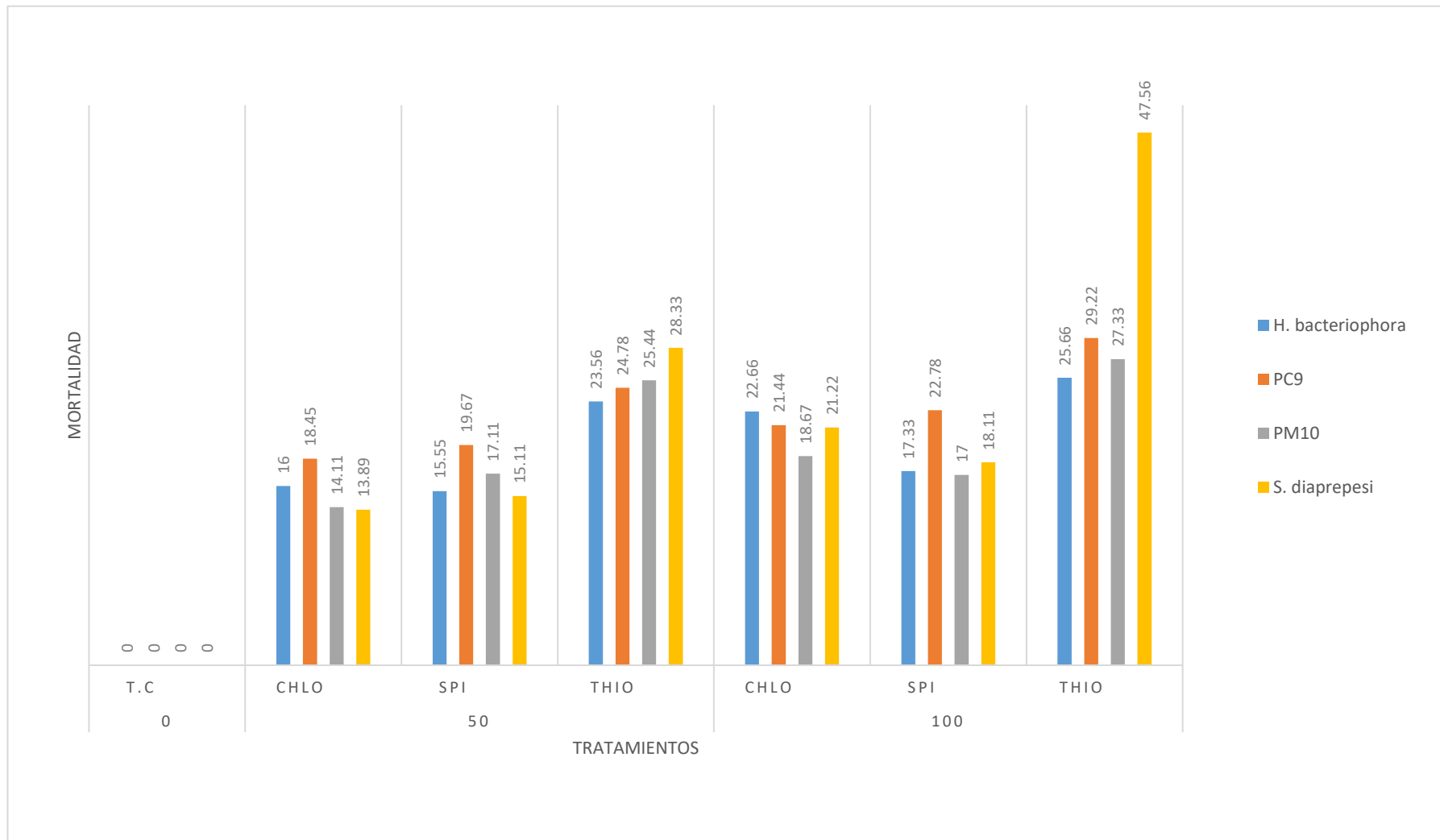


Anexo 24. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) por insecticida



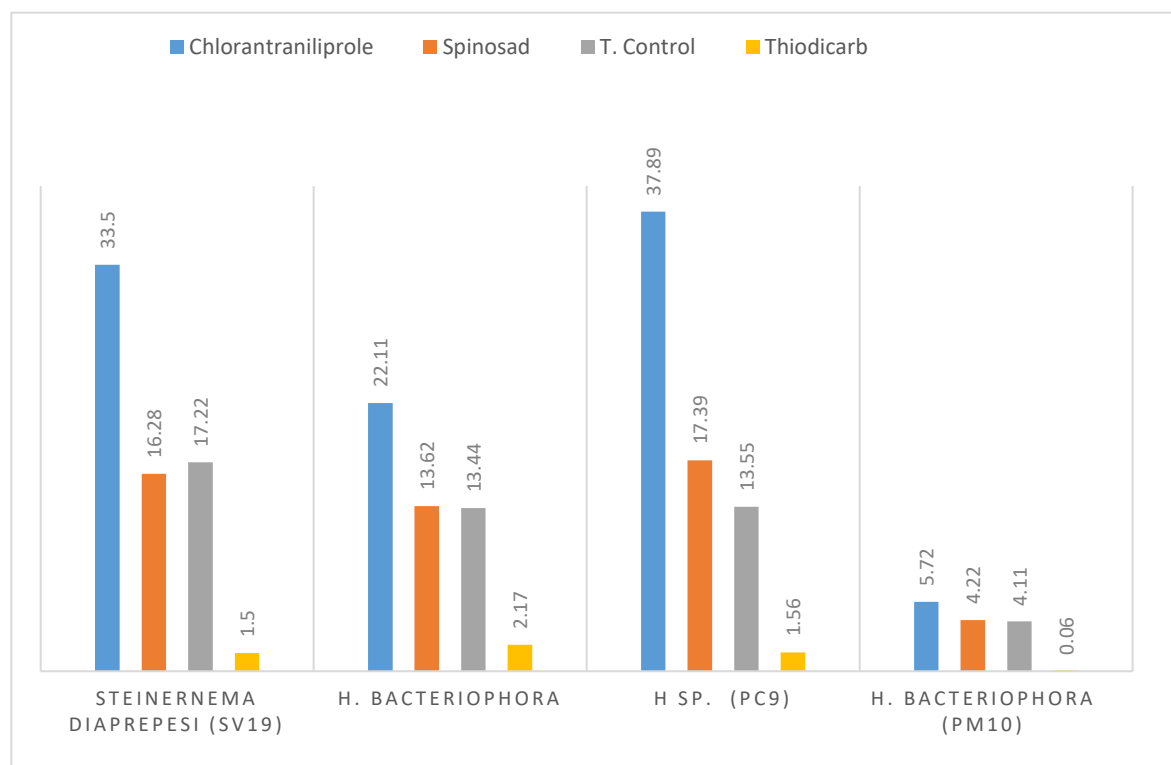
Nota. Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO)

Anexo 25. Mortalidad de nematodos entomopatógenos (J3) por concentración de insecticida

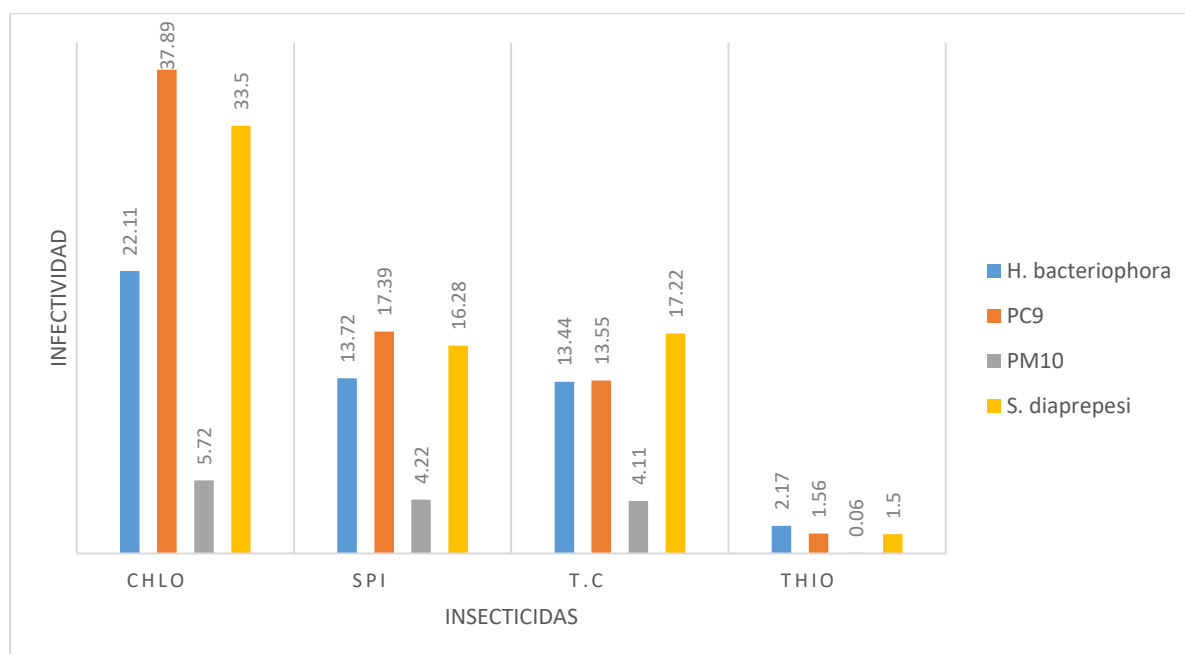


Nota. Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO).

Anexo 26. Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos de cada cepa, que ingresaron a las larvas de *Spodoptera frugiperda* después de ser expuestos a cada insecticida y el control

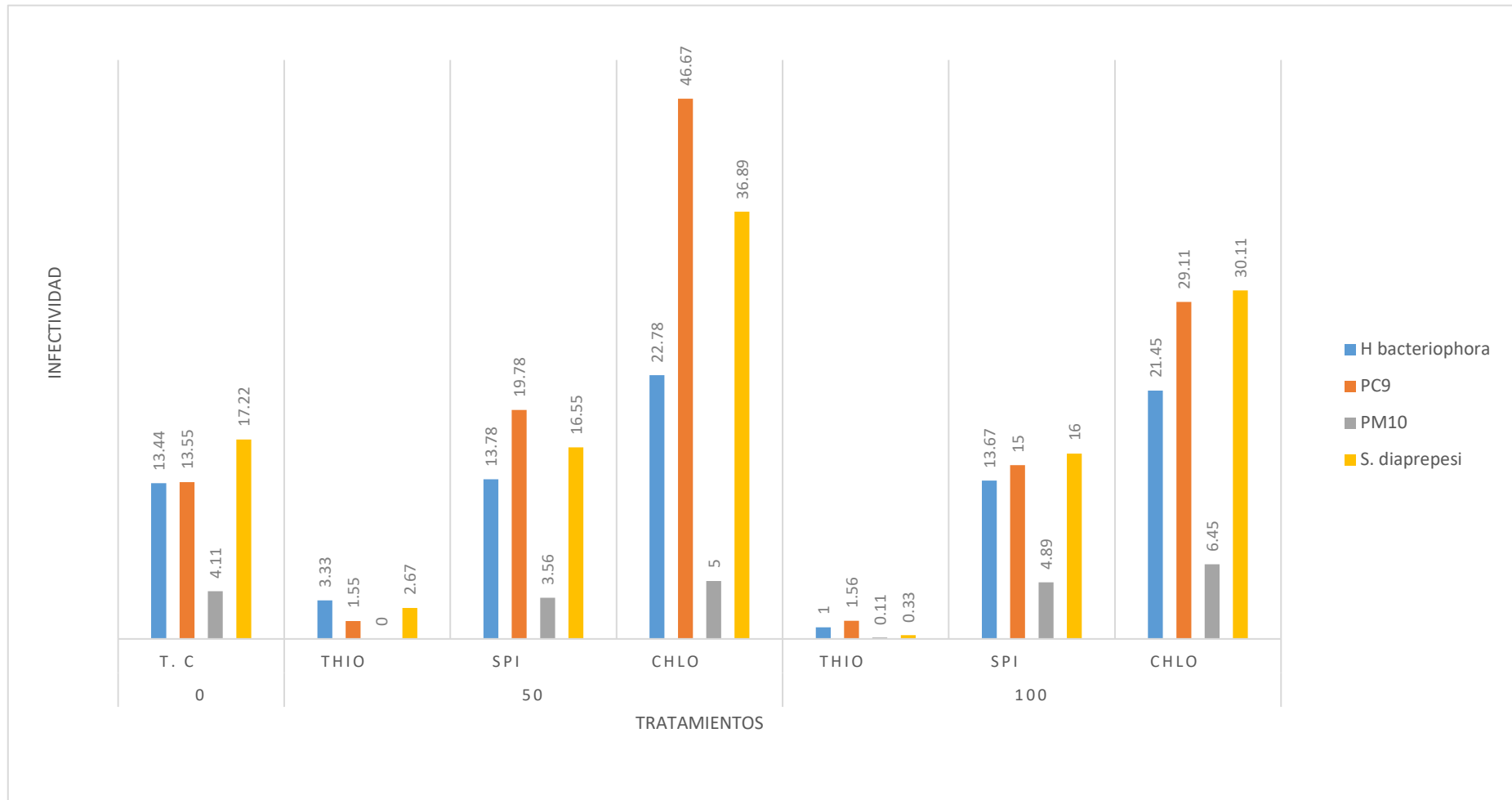


Anexo 27. Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos, que ingresaron a las larvas de *Spodoptera frugiperda*, después de ser expuestos a cada insecticida



Nota: Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO)

Anexo 28. Promedio de nematodos entomopatógenos (J3) vivos, después de ser expuestos a los tratamientos



Nota: Tratamiento control (T. C), Chlorantraniliprole (CHLO), Spinosad (SPI) y Thiodicarb (THIO)



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN
ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N° 007-2022-
FCCBB-UI



Siendo las 10:00 horas del día 24 de marzo de 2022, se reunieron vía plataforma virtual: meet.google.com/csh-dxce-yij los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada “Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae, en larvas de *Spodoptera frugiperda*, en laboratorio” designados por Resolución 568-2019-FCCBB/D de fecha 20 de noviembre de 2018, con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Dra. María Isabel Olivos Farro	Presidenta
Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán	Secretaria
MSc. Marco Antonio Guzmán Tello	Vocal
Dra. Carmen Patricia Calderón Arias	Asesora

Acto de sustentación fue autorizado por Resolución N°058-2022-VIRTUAL-FCCBB/D, de fecha 18 de marzo de 2022.

La Tesis fue presentada y sustentada por las Bachilleres MERLY PUPUCHE ALDANA y LAURA ESTEFANY ESPINOZA PAREDES tuvo una duración de 30 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (BUENO) (17) en la escala vigesimal.

Por lo que quedan APTAS para obtener el título profesional de Licenciada en Biología – Microbiología - Parasitología, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:15 horas se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firman

Dra. María Isabel Olivos Farro
Presidenta

Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán
Secretaria

Msc. Marco Antonio Guzmán Tello
Vocal

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias
Asesora

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Carmen Patricia Calderón Arias, Asesor(a) de Tesis, de los bachilleres

Espinoza Paredes Laura Estefany y Pupuche Aldana Merly

Titulada: “ **Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos(J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae en larvas de *Spodoptera frugiperda*, en laboratorio**” , luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de __11%__ verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 15 de Marzo del 2022.



Calderón Arias Carmen Patricia

DNI: 19184424
ASESOR

Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae, en larvas de Spodoptera frug

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	1 %	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1 %
3	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
4	aprenderly.com Fuente de Internet	1 %
5	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	1 %
6	1library.co Fuente de Internet	1 %
7	tesis.ipn.mx:8080 Fuente de Internet	1 %
8	www.croplifela.org Fuente de Internet	<1 %

9	ddd.uab.cat Fuente de Internet	<1 %
10	quimicoscr.com Fuente de Internet	<1 %
11	docplayer.net Fuente de Internet	<1 %
12	pa.bibdigital.uccor.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.ecured.cu Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	dominiodelasciencias.com Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	www.perulng.com Fuente de Internet	<1 %

21	<p>María Cristina Zamora, Ana Mabel Martínez, María Soledad Nieto, Marcela Inés Schneider, José Isaac Figueroa, Samuel Pineda.</p> <p>"ACTIVIDAD DE ALGUNOS INSECTICIDAS BIORRACIONALES CONTRA EL GUSANO COGOLLERO", Revista Fitotecnia Mexicana, 2008</p> <p>Publicación</p>	<1 %
22	<p>boliviaagra.com</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
23	<p>www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
24	<p>vsip.info</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
25	<p>www.uniagraria.edu.co</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
26	<p>repositorio.unsa.edu.pe</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo




Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Laura Estefany Espinoza Paredes Merly Pupuche Aldana
Título del ejercicio:	tesis pregrado
Título de la entrega:	Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la ...
Nombre del archivo:	INFORME_DE_TESIS_15_03.docx
Tamaño del archivo:	9.74M
Total páginas:	72
Total de palabras:	12,712
Total de caracteres:	74,830
Fecha de entrega:	15-mar.-2022 01:32p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	1785039291

	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA	
<p>Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae, en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>, en laboratorio</p>		
TESIS		
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA		
PRESENTADA POR:		
Bach. Laura Estefany Espinoza Paredes Bach. Merly Pupuche Aldana		
LAMBAYEQUE, PERÚ		
2022		