

Control biológico del burrito de la vid (*Naupactus* spp.) mediante nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis*

Angélica Janeth Horta Aguilar¹, Mariemm Guadalupe Larios Ramos², Victor Manuel Langarica Rivera³, Yareli Joselin Cadena Rodríguez^{5*}, Francisco Miguel Hernández López^{4*}

^{1,2,3,4,5} Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula

Resumen - El burrito de la vid (*Naupactus* spp.) es una plaga de importancia económica en la producción de uva de mesa, ya que sus larvas se alimentan de las raíces, afectando el vigor y la productividad de las plantas. Ante la necesidad de reducir el uso de insecticidas químicos y promover prácticas agrícolas sustentables, los nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* se presentan como una alternativa viable de control biológico. El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad infectiva de *Heterorhabditis* spp. sobre larvas de *Naupactus* spp. bajo condiciones controladas.

El ensayo se llevó a cabo en un predio vitícola ubicado en Tolimán, Jalisco, México. Se recolectaron larvas de burrito de la vid en campo y se expusieron a una suspensión de nematodos (*Heterorhabditis* sp.) durante cinco minutos. Posteriormente, las larvas se mantuvieron en recipientes con condiciones adecuadas de humedad, aireación y oscuridad, y se monitorearon diariamente durante un periodo de cinco días. Se registraron cambios en la coloración, movilidad y estado general de los organismos, así como la presencia y emergencia de nematodos mediante observación bajo estereoscopio.

Los resultados mostraron que las larvas comenzaron a presentar signos evidentes de infección a partir del tercer día posterior a la inoculación, observándose cambios progresivos en la coloración corporal. La mortalidad total se alcanzó a las 120 horas, confirmándose la infección exitosa mediante la emergencia de nematodos desde el interior de los cadáveres larvales. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura para otros insectos edáficos y respaldan la eficacia de *Heterorhabditis* spp. como agente de control biológico.¹

Se concluye que los nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* constituyen una herramienta prometedora para el manejo sustentable del burrito de la vid y su integración en programas de manejo integrado de plagas en la viticultura.

Palabras clave: Nematodos entomopatógenos; control biológico; *Heterorhabditis* spp.; *Naupactus* spp.

Abstract - The grapevine weevil (*Naupactus* spp.) is an economically important pest in table grape production, as its larvae feed on roots, reducing plant vigor and productivity. In response to the need to decrease reliance on

¹Angelica Janeth Horta Aguilar, Docente del departamento de Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. angelica.horta@tamazula.tecmm.edu.mx

²Mariemm Guadalupe Larios Ramos, Auxiliar de Laboratorio. Grupo Alta Don mariemmlarios73@gmail.com

³Victor Manuel Langarica Rivera, Docente del departamento de Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. victor.langarica@tamazula.tecmm.edu.mx

⁴Yareli Joselin Cadena Rodríguez, Docente del departamento de Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. yareli.cadena@tamazula.tecmm.edu.mx

⁵*Francisco Miguel Hernández López, Docente del departamento de Electromecánica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. francisco.hernandez@tamazula.tecmm.edu.mx **AUTOR DE CORRESPONDECIA ***

chemical insecticides and promote sustainable agricultural practices, entomopathogenic nematodes of the genus *Heterorhabditis* have emerged as a viable biological control alternative. The objective of this study was to evaluate the infective capacity of *Heterorhabditis* spp. against *Naupactus* spp. larvae under controlled conditions.

The assay was conducted in a vineyard located in Toluca, Mexico. Larvae were collected in the field and exposed to a suspension of nematodes (*Heterorhabditis* sp.) for five minutes. Subsequently, the larvae were transferred to containers with adequate moisture, aeration, and darkness, and monitored daily for five days. Changes in coloration, mobility, and overall condition were recorded, and infection was confirmed through stereoscopic observation of nematode presence and emergence.

Results showed visible signs of infection beginning on the third day after inoculation, including progressive changes in larval coloration. Complete mortality was observed at 120 hours, and successful infection was confirmed by the emergence of nematodes from larval cadavers. These findings are consistent with previous reports on other soil-dwelling insects and support the effectiveness of *Heterorhabditis* spp. as a biological control agent.

It is concluded that entomopathogenic nematodes of the genus *Heterorhabditis* represent a promising tool for the sustainable management of the grapevine weevil and their integration into integrated pest management programs in viticulture.

Keywords: Entomopathogenic nematodes; biological control; *Heterorhabditis* spp.; *Naupactus* spp

I. INTRODUCCIÓN.

La viticultura constituye una actividad agrícola de creciente relevancia económica en México, donde la producción y exportación de uva de mesa representan una de las principales cadenas productivas del sector hortícola. De acuerdo con datos oficiales, México produjo 358 791 toneladas de uva de mesa en 2021, destinando más del 50 % de esta producción a mercados internacionales, principalmente a Estados Unidos, lo que confirma la competitividad de este cultivo y su importancia para regiones productoras como Sonora, Zacatecas y otros estados del país [1].

No obstante, la producción de vid enfrenta limitaciones asociadas a la presencia de múltiples plagas que afectan el rendimiento y la calidad del cultivo. Esta situación ha impulsado la búsqueda de estrategias de manejo más sostenibles que reduzcan la dependencia de agroquímicos convencionales. En este contexto, el control biológico se ha consolidado como una herramienta relevante dentro del manejo integrado de plagas, al emplear organismos benéficos que reducen las poblaciones de insectos sin comprometer la salud

humana ni el ambiente. Entre estos organismos destacan los nematodos entomopatógenos (EPN), pertenecientes a las familias *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, ampliamente reconocidos por su capacidad de parasitar y matar insectos plaga del suelo gracias a su asociación con bacterias simbióticas que producen toxinas letales para los hospedadores [2].

La literatura científica respalda el uso de nematodos entomopatógenos y de los metabolitos producidos por sus bacterias simbióticas como herramientas biotecnológicas prometedoras para el manejo de plagas en viñedos. Estudios en viticultura han demostrado que estos entomopatógenos y los compuestos naturales derivados de sus simbiontes exhiben potencial insecticida contra plagas como la polilla europea de la vid (*Lobesia botrana*), lo que sugiere su viabilidad como alternativa sostenible en el manejo del cultivo [3].

Los EPN constituyen un grupo de organismos de importancia creciente en el manejo biológico de plagas agrícolas debido a su capacidad de causar la muerte de insectos hospedadores con alta eficiencia y mínima afectación ambiental. Este grupo comprende principalmente a las familias *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, y se emplea en programas de control biológico clásico, de conservación y aumentativo [4]. Entre los atributos que hacen a los EPN valiosos como agentes bioreguladores destacan su amplio rango de hospedadores, la capacidad de provocar altas mortalidades en estadios larvales de insectos, su seguridad para organismos no objetivo y el medio ambiente, la viabilidad de producción tanto a pequeña como a gran escala mediante métodos in vivo o in vitro, y su compatibilidad con otros agentes de control [5].

La virulencia de los EPN se debe en gran parte a su asociación simbiótica con bacterias patógenas, especialmente los géneros *Xenorhabdus* en *Steinernematidae* y *Photorhabdus* en *Heterorhabditidae*. Una vez liberadas en el hemocele del insecto hospedador, estas bacterias proliferan rápidamente y producen toxinas y enzimas hidrolíticas que conducen a la muerte del insecto entre 24 y 48 horas después de la infección [6]. El ciclo de vida de estos nematodos incluye el estadio de juveniles infectivos (IJ), también denominado larva “dauer”, que constituye la única fase de vida libre en el suelo. Los IJ buscan activamente insectos hospederos y acceden a su hemocele a través de aberturas naturales o penetrando cutículas delgadas, liberando posteriormente su simbionte bacteriano en la hemolinfa para iniciar el proceso patogénico [7].

En estudios experimentales con *Heterorhabditis bacteriophora* cepa VELi, se ha documentado su identificación y patogenicidad contra larvas de la plaga de la fresa *Lobioia insularis* (Coleoptera: Nitidulidae), mostrando que este nematodo es capaz de provocar mortalidades significativas en hospedadores objetivo y manifestar los signos característicos del ciclo infeccioso mediado por la bacteria simbiótica en condiciones controladas de laboratorio [8]. Estos hallazgos refuerzan la base biológica y ecológica para considerar a *Heterorhabditis* spp. como una alternativa eficaz y sustentable para el control de plagas edáficas en cultivos agrícolas, incluida la vid.

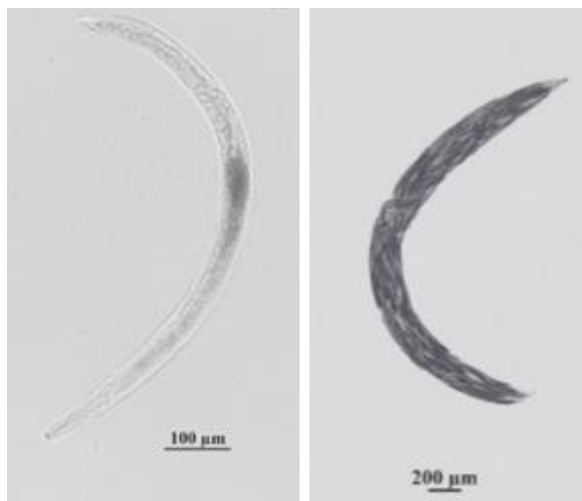


Figura 1. Fotografías de microscopía óptica y electrónica de barrido de la cepa VElí de *Heterorhabditis bacteriophora*. [8]

Heterorhabditis bacteriophora destaca por su uso extendido en el control biológico de plagas debido a su capacidad de localizar e infectar larvas de insectos del suelo, causando altas tasas de mortalidad. En estudios experimentales se ha demostrado que distintas especies del género *Heterorhabditis* presentan elevados porcentajes de infectividad y mortalidad sobre larvas de escarabajos como *Phyllophaga bicolor*, lo que respalda su potencial como herramienta de manejo biológico de plagas del suelo [9].

Investigaciones sobre persistencia e infección han evidenciado que *H. bacteriophora* mantiene una significativa capacidad infectiva durante varios días tras su aplicación, lo que favorece su utilidad para la protección de cultivos como la menta frente a plagas edáficas [10]. Asimismo, trabajos realizados en cultivos de caña de azúcar han documentado que *H. bacteriophora* puede alcanzar porcentajes de mortalidad superiores al 70 % sobre ninfas de plagas objetivo, reafirmando su eficacia bajo condiciones controladas y respaldando su integración en programas de manejo integrado de plagas [11].

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la capacidad infectiva de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* sobre larvas del burrito de la vid (*Naupactus* spp.) en condiciones controladas. Para ello, las larvas fueron expuestas a una suspensión de nematodos con el propósito de inducir el proceso de infección, se registraron los cambios morfológicos y de coloración asociados durante un periodo de cinco días y se verificó la presencia y desarrollo de los nematodos mediante observación bajo estereoscopio.

DESARROLLO DEL TEMA

Materiales y Métodos.

El estudio se realizó en un predio vitícola ubicado en Tolimán, Jalisco, México, en una zona semidesértica al norte del Nevado de Colima. El sitio cuenta con infraestructura agrícola para el

cultivo de uva de mesa y acceso a laboratorios de apoyo técnico para la observación y el seguimiento biológico.

Las larvas del insecto conocido como burrito de la vid (*Naupactus* spp.) se recolectaron en distintos puntos del viñedo. Los organismos se trasladaron en recipientes plásticos limpios para su procesamiento inmediato.

Para el ensayo de infección, las larvas se colocaron en un recipiente plástico y se expusieron a una suspensión de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* (cepa *Heterorhabditis* b). Los organismos permanecieron en contacto con la suspensión durante cinco minutos para favorecer el proceso de infección.

Posteriormente, los especímenes se transfirieron a un segundo recipiente que contenía papel absorbente humedecido con la misma suspensión de nematodos, con el fin de mantener condiciones adecuadas de humedad. Los recipientes se cerraron con tapas adaptadas que permitieron la aireación y se mantuvieron en condiciones de oscuridad a temperatura ambiente.

El seguimiento del proceso infeccioso se realizó durante cinco días consecutivos. Diariamente se registraron observaciones relacionadas con cambios en la coloración, la movilidad y el estado general de las larvas. La verificación de la infección y la presencia de nematodos se efectuó mediante observación bajo estereoscopio.

I. RESULTADOS

Las larvas del burrito de la vid (*Naupactus* spp.) se alimentan de las raíces, debilitando el vigor de la planta, mientras que los adultos consumen hojas y producen muescas semicirculares características (véanse Figuras 1 y 2). Este daño acumulado reduce la productividad del viñedo y puede acortar su vida útil [12].



Figura 2. Larva de burrito de la vid (*Naupactus* spp.) observada en estereoscopio.



Figura 3. Adulto de burrito de la vid (*Naupactus* spp.) observado sobre papel milimétrico.

Las larvas de *Naupactus* spp. expuestas a nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* presentaron mortalidad total a las 120 horas posteriores a la inoculación. A partir del tercer día se observaron signos evidentes del proceso infeccioso, caracterizados por cambios progresivos en la coloración corporal, que variaron de tonalidades naranja y rojizas hasta café oscuro. Estos cambios son indicativos del desarrollo del proceso patológico asociado a la acción simbiótica entre el nematodo y bacterias del género *Photorhabdus*, descrita ampliamente en la literatura como característica de la infección por *Heterorhabditis* spp. La participación de estas bacterias mutualistas en la septicemia del hospedador ha sido documentada como un elemento clave en la rapidez y eficacia del proceso infeccioso [13].

La evidencia visual del proceso infeccioso se documenta en las Figuras 3 y 4, donde se observan las larvas a los cuatro días posteriores a la infección y los cambios morfológicos asociados a la presencia de nematodos entomopatógenos.



Figura 4. Larvas de burrito de la vid (*Naupactus* spp.) a cuatro días de infestación con *Heterorhabditis bacteriophora*.



Figura 5. *Heterorhabditis bacteriophora* infectando la larva de burrito de la vid (*Naupactus* spp.).

La Figura 5 muestra, bajo observación estereoscópica, la emergencia de nematodos desde el interior del hospedador, lo que confirma no solo la infección, sino también la reproducción de los organismos dentro del cadáver del insecto. Este proceso forma parte del ciclo biológico característico del género y ha sido descrito en estudios que analizan la interacción fisiológica entre *Heterorhabditis* y sus bacterias simbiotas durante la colonización del hospedador [14]. Estas observaciones coinciden con lo descrito por Shapiro-Ilan et al. [15] y Campos-Herrera [16], quienes señalan que la emergencia de juveniles infectivos constituye una evidencia directa del éxito del ciclo biológico del nematodo en el huésped.



Figura 6. Emergencia de nematodos *Heterorhabditis* spp. en larva de burrito de la vid (*Naupactus* spp.).

Adicionalmente, la Figura 6 permite observar las larvas en diferentes etapas de desarrollo sobre papel milimétrico, lo que facilitó la comparación visual entre su estado previo a la infección y el observado tras el proceso infeccioso.



Figura 7. Larvas de burrito de la vid (*Naupactus* spp.) en diferentes etapas de desarrollo.

La Figura 7 confirma, mediante observación estereoscópica, la presencia de nematodos en las larvas infectadas. Se presentaron especímenes tratados que mostraron signos claros de infección, lo que respalda la capacidad infectiva del agente biológico bajo las condiciones del ensayo.

Los resultados obtenidos son congruentes con estudios que reportan altas tasas de mortalidad en larvas de insectos del suelo tratadas con *Heterorhabditis*. Shapiro-Ilan et al. [15] documentaron mortalidades superiores al 90 % en larvas de coleópteros edáficos en condiciones de laboratorio, mientras que Koppenhöfer [17] destaca que la rapidez en la mortalidad (entre 72 y 120 h) es característica de infecciones exitosas por este género de nematodos. Asimismo, Campos-Herrera [16] resalta que los cambios de coloración del hospedador constituyen un indicador confiable del desarrollo de la septicemia inducida por *Photorhabdus*.



Figura 8. Larvas de burrito de la vid (*Naupactus* spp.) infectadas, observadas bajo estereoscopio.

En conjunto, las observaciones registradas confirman que el patrón de infección, los cambios visibles en las larvas y el tiempo requerido para alcanzar la mortalidad total son consistentes con lo descrito en la literatura científica sobre la acción de nematodos entomopatógenos en insectos hospedadores del suelo. Estudios recientes, incluidos meta-análisis sobre formulaciones de *Heterorhabditis*, reportan

patrones de mortalidad y comportamiento infeccioso similares en distintos hospedadores edáficos, lo que refuerza la validez biológica de los resultados obtenidos para *Naupactus* spp. [18].

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que los nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* pueden infectar eficazmente y causar la muerte de larvas del burrito de la vid (*Naupactus* spp.) en condiciones controladas, con mortalidad completa observada a las 120 horas posteriores a la inoculación. Los cambios de coloración y la emergencia de nematodos desde los cadáveres larvales corroboran el desarrollo del ciclo infeccioso, en concordancia con lo reportado en la literatura científica sobre la acción de estos organismos en otras plagas agrícolas.

El estudio demuestra que los nematodos entomopatógenos constituyen una alternativa viable para el manejo biológico del burrito de la vid, al ofrecer un enfoque más sustentable y menos dependiente de agroquímicos que los métodos convencionales. Su integración en programas de manejo integrado de plagas puede contribuir a mejorar la sostenibilidad de la viticultura, reducir los impactos ambientales asociados al uso de insecticidas sintéticos y favorecer la inocuidad en la producción de uva de mesa. La incorporación de nematodos entomopatógenos en la viticultura puede favorecer la sostenibilidad de los viñedos, la conservación de la salud del suelo y la promoción de prácticas agrícolas responsables con el ambiente. Este trabajo aporta evidencia experimental que respalda el uso de microorganismos benéficos como herramientas viables para fortalecer sistemas de producción más resilientes en la uva de mesa en México.

TRABAJO A FUTURO

Se propone dar continuidad a esta línea de investigación mediante el monitoreo sistemático de la dinámica poblacional de insectos plaga presentes en el cultivo de vid, con el fin de identificar periodos de mayor incidencia y evaluar la pertinencia de la aplicación de nematodos entomopatógenos en condiciones reales de campo.

Asimismo, se plantea desarrollar estudios complementarios orientados a determinar dosis óptimas de aplicación, evaluar la persistencia de *Heterorhabditis* spp. en el suelo y validar su eficacia bajo condiciones ambientales propias del viñedo, fortaleciendo su posible incorporación dentro de programas de manejo integrado de plagas en viticultura

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la cooperación y apoyo brindado por el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula de Gordiano Jalisco, México y a la empresa Grupo Alta Don Mario para el desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS

- [1] Maycotte de la Peña, M. L., Montaña Silva, K., Robles Parra, J. M., & Paz-Luna, J. L. (2023). Quality and organizational innovation: Competitiveness tools in the table grape system. *Mercados y Negocios*, 24(50), 22–50. <https://doi.org/10.32870/myn.vi50.7703>
- [2] Angulo Silva, K. L. (s. f.). *Uso de nematodos entomopatógenos en el control biológico de insectos* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorios Latinoamericanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1426372>
- [3] Vicente-Díez, I., Blanco-Pérez, R., Chelkha, M., Puellas, M., Pou, A., & Campos-Herrera, R. (2021). Exploring the use of entomopathogenic nematodes and the natural products derived from their symbiotic bacteria to control the grapevine moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Insects*, 12(11), 1033. <https://doi.org/10.3390/insects12111033>
- [4] Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132, 1–41.
- [5] Shapiro-Ilan, D. I., & Dolinski, C. (2012). Production technology of entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria. *Journal of Nematology*, 44(2), 193–205.
- [6] Bowen, D. J., Rocheleau, T. A., Blackburn, D., Grewal, P. S., & Peters, A. (1998). Characterization of the bacteria–nematode complex *Heterorhabditis bacteriophora* and its interactions with the host. *Journal of Parasitology*, 84(3), 210–217.
- [7] Lewis, E. E., Campbell, J., Griffin, C., Kaya, H., & Peters, A. (2006). Behavioral ecology of entomopathogenic nematodes. *Biological Control*, 38(1), 66–79.
- [8] Eliceche, D. P., Belaich, M. N., Ghiringhelli, P. D., & Achinelly, M. F. (2017). *Heterorhabditis bacteriophora* cepa-VELI (Nematoda): Identificación y patogenia sobre *Lobiopa insularis* (Coleoptera: Nitidulidae) plaga de la fresa. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 223–232. <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i2.5947>
- [9] Melo, M., Ortega, C. A., Gaigl, A., & Bellotti, A. (2010). Evaluación de nematodos entomopatógenos para el manejo de *Phyllophaga bicolor* (Coleoptera: Melolonthidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 36(2), 207–212.
- [10] Cabrera Castellanos, C. C. (2024). *Evaluación de persistencia e infección de nematodos entomopatógenos, Steinernema feltiae y Heterorhabditis bacteriophora, en menta* [Trabajo de grado, Universidad de Caldas].
- [11] Ferrer, F. A., Arias, M., Trelles, A., Palencia, G., Navarro, J. M., & Colmenarez, R. (2004). *Posibilidades del uso de nematodos entomopatógenos para el control de Aeneolamia varia en caña de azúcar*. CATIE.
- [12] McKenry, M. (2006). *Grape pest management* (manual técnico institucional). University of California Agriculture and Natural Resources. <https://ipm.ucanr.edu/PMG/GARDEN/FRUIT/plantdcodes.html>
- [13] Abd-Elgawad, M. M. (2021). *Photorhabdus* spp.: An overview of the beneficial aspects of mutualistic bacteria of insecticidal nematodes. *Plants*, 10(8), 1660.
- [14] Kim, I., Heryanto, C., & Eleftherianos, I. (2023). *Heterorhabditis bacteriophora* nematodes are sensitive to the bacterial pathogen *Photorhabdus asymbiotica*. *Journal of Parasitology*, 109(1), 11–14.
- [15] Shapiro-Ilan, D. I., Arthurs, S. P., & Lacey, L. A. (2017). Microbial control of arthropod pests of orchards in temperate climates. En L. A. Lacey (Ed.), *Microbial control of insect and mite pests* (pp. 253–267). Elsevier.
- [16] Campos-Herrera, R. (Ed.). (2015). *Nematode pathogenesis of insects and other pests: Ecology and applied technologies for sustainable plant and crop protection*. Springer.
- [17] Koppenhöfer, A. M., Shapiro-Ilan, D. I., & Hiltbold, I. (2020). Entomopathogenic nematodes in sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, Article 125. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00125>
- [18] Calabuche-Gómez, G., Miranda-Cabrera, L., Delgado-Oramas, B. P., Soler-Roger, D. M., & Rodríguez-Hernández, M. G. (2024). Meta-análisis de formulaciones de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis*. *Revista de Protección Vegetal*, 38.

Biografía Autores

Angelica Janeth Horta Aguilar. Docente del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez –Unidad académica Tamazula, Jalisco, C.P 49650 email: Angelica.horta@tamazula.tecmm.edu.mx, Ing. en Innovación Agrícola Sustentable. Docente del departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

Mariemm Guadalupe Larios Ramos. Ingeniera en Innovacion Agricola Sustentable. Auxiliar de Laboratorio. Grupo Alta Don Mario SAPI de CV, Toliman Jalisco. mariemmlarios73@gmail.com

Victor Manuel Langarica Rivera. Docente del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez –Unidad académica Tamazula, Jalisco, C.P 49650 email: victor.langarica@tamazula.tecmm.edu.mx, Maestro en Ciencias en Alimentos. Docente del departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable

Yareli Joselin Cadena Rodriguez. Docente del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez –Unidad académica Tamazula, Jalisco, C.P 49650 email: yareli.cadena@tamazula.tecmm.edu.mx, Maestro en Ciencias en Alimentos. Docente del departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

Francisco Miguel Hernández López, Docente del departamento de Electromecánica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez –Unidad académica Tamazula, Jalisco, C.P 49650 email: francisco.hernandez@tamazula.tecmm.edu.mx **AUTOR DE CORRESPONDECIA ***