

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Primer registro de *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentándose de *Duranta erecta* L. (Lamiales: Verbenaceae) en Nayarit, México, y evaluación preliminar de *Beauveria* como alternativa de control biológico

First record of *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Duranta erecta* L. (Lamiales: Verbenaceae) in Nayarit, Mexico, and preliminary evaluation of *Beauveria* as a biological control alternative

Authors/Autores: Cano L.A., Estrada-Virgen M.O., Niño-Maldonado S., Robles-Bermúdez A., Néstor Arriola J.I., Gómez-Moreno V.C., Cambero-Campos O.J.

ID: e2125

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2125>

Received/Fecha de recepción: December 05, 2025

Accepted /Fecha de aceptación: February 24, 2026

Available online/Fecha de publicación: March 18, 2026

Please cite this article as/Como citar este artículo: Cano L.A., Estrada-Virgen M.O., Niño-Maldonado S., Robles-Bermúdez A., Néstor Arriola J.I., Gómez-Moreno V.C., Cambero-Campos O.J. (2026). First record of *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Duranta erecta* L. (Lamiales: Verbenaceae) in Nayarit, Mexico, and preliminary evaluation of *Beauveria* as a biological control alternative. *Revista Bio Ciencias*, 13, e. <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2125>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Primer registro de *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentándose de *Duranta erecta* L. (Lamiales: Verbenaceae) en Nayarit, México, y evaluación preliminar de *Beauveria* como alternativa de control biológico.

First record of *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Duranta erecta* L. (Lamiales: Verbenaceae) in Nayarit, Mexico, and preliminary evaluation of *Beauveria* as a biological control alternative.

Control biológico de *Mada inepta* /

Biological control of *Mada inepta*

Cano L.A.¹, Estrada-Virgen M.O.², Niño-Maldonado S.³, Robles-Bermúdez A.²,
Néstor Arriola J.I.⁴, Gómez-Moreno V.C.³, Cambero-Campos O.J.²*

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias Xalisco, Nayarit, México

²Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km.9. C.P. 63155. Xalisco, Nayarit, México.

³Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC).

⁴Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad #1001, Col. Chamilpa, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos.

***Corresponding Author:**

Octavio Jhonathan Cambero-Campos Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km.9. C.P. 63155. Xalisco, Nayarit, México. Teléfono: (311) 211 01 28 E-mail: jhony695@gmail.com

RESUMEN

En mayo de 2023, se registró por primera vez en Nayarit, México, la presencia del coccinélido fitófago *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) que causó daño foliar en *Duranta erecta* en áreas ornamentales del campus central de la Universidad Autónoma de Nayarit. El daño observado consistió en defoliación progresiva y reducción del área foliar fotosintética, ocasionada por larvas y adultos. Se recolectaron larvas (L1–L3) y adultos para su evaluación en laboratorio. En bioensayos preliminares bajo condiciones controladas con *Beauveria* sp. (1×10^7 conidias/mL) se registró infección en larvas, mientras que los adultos no mostraron susceptibilidad. Este reporte amplía la distribución conocida de *M. inepta* en México y aporta información inicial sobre alternativas de manejo biológico en plantas ornamentales urbanas.

PALABRAS CLAVE:

Mada inepta, *Duranta erecta*, daño foliar, áreas verdes urbanas, control biológico.

ABSTRACT

In May 2023, the phytophagous coccinellid *Mada inepta* (Coleoptera: Coccinellidae) was recorded for the first time in Nayarit, Mexico, causing foliar damage to *Duranta erecta* in ornamental areas of the main campus of the Autonomous University of Nayarit. The observed damage included progressive leaf loss and a reduction in photosynthetic leaf area caused by both larvae and adults. Larvae (L1-L3) and adults were collected for laboratory testing. In preliminary bioassays conducted under controlled conditions with *Beauveria* sp. (1×10^7 conidia/mL), infection was observed in larvae, while adults showed no susceptibility. This report broadens the known distribution of *M. inepta* in Mexico and provides initial insights into potential biological control options for urban ornamental plants.

KEY WORDS

Mada inepta, *Duranta erecta*, foliar damage, urban green areas, biological control.

Introducción

El género *Duranta* (Lamiales: Verbenaceae), descrito por Linneo en 1753, comprende 31 especies de arbustos perennes distribuidos en regiones tropicales y subtropicales del continente americano (Sousa *et al.*, 2011; Moroni & O'Leary, 2020). Entre ellas, *Duranta erecta* L., conocida como “gota de oro”, es nativa de México, del Caribe y de Sudamérica (Aymard & Grande, 2012). Esta especie trepadora, de uno a tres metros de altura, presenta floración y fructificación durante todo el año, y en estado silvestre crece en ambientes secos costeros y bordes de caminos, aunque es más frecuente en zonas húmedas (Decuyper *et al.*, 2020). Su follaje verde-amarillento y su valor ornamental han promovido su uso generalizado en jardines urbanos y espacios públicos (Puri, 2018; Decuyper *et al.*, 2020).

A pesar de su popularidad como ornamental, *D. erecta* es atacada por diversos insectos fitófagos que comprometen su valor estético y funcional. Entre los Lepidoptera asociados se encuentran *Macaria garupa* Rindge, 1966 (Geometridae: Ennominae), cuyas larvas defoliar el follaje (Figueredo *et al.*, 2023), y *Tessellota cancellata* Burmeister, 1878 (Erebidae: Arctiinae) (Pastrana *et al.*, 2004). En Coleoptera, ciertos coccinélidos herbívoros de la tribu Epilachnini consumen tejidos vegetales y son plagas agrícolas reconocidas, como *Epilachna varivestis* Mulsant, 1850 (Coccinellidae: Epilachninae) en frijol (*Phaseolus* spp.) (Iqbal *et al.*, 2024; Karimzadeh *et al.*, 2024). Asimismo, se ha documentado que algunos coccinélidos fitófagos afectan plantas ornamentales, entre ellas *Duranta* spp. (Gómez & González, 2013). El género *Mada* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae: Cynegetini) agrupa especies fitófagas distribuidas en Mesoamérica y Sudamérica, recientemente revisadas taxonómicamente (Szawaryn, 2015). *Mada inepta* (Gorham, 1898) tiene una amplia distribución americana con registros en Colombia, Costa Rica y México (González, 2016). En Colombia, esta especie fue reportada como causante de daño foliar en *Duranta* spp. ornamentales, constituyendo el primer registro de un coccinélido de Cynegetini con este hábito alimentario en áreas verdes urbanas (González & Gómez, 2013). El daño se caracteriza por la reducción progresiva del área foliar fotosintética y, en infestaciones severas, la muerte de hojas y plantas (Gómez & González, 2013), lo que sugiere su potencial como plaga emergente en ambientes paisajísticos. El manejo de plagas en plantas ornamentales urbanas se

basa comúnmente en insecticidas químicos, lo que genera preocupaciones por la exposición humana y la persistencia ambiental de compuestos tóxicos (Hoover, 2005; Bush & Rodríguez, 2024). En contraste, el control biológico es una estrategia eficaz y compatible con Manejo Integrado de Plagas, empleando enemigos naturales y agentes entomopatógenos en floricultura y ornamentales (Souza & Marucci, 2021). Los hongos del género *Beauveria* han demostrado eficacia en el control de coleópteros plaga y representan una alternativa sustentable de bajo riesgo ambiental (Sybilska *et al.*, 2025). No obstante, existe escasa información sobre la presencia de *M. inepta* en México, sus niveles de infestación en *D. erecta* y opciones de manejo alternativo. En este reporte de caso se documenta por primera vez la presencia de *Mada inepta* alimentándose de *Duranta erecta* en Nayarit, México, se describe el daño foliar observado en campo y se evalúa preliminarmente la susceptibilidad de este fitófago a cepas de *Beauveria* como alternativa de control biológico en áreas verdes urbanas.

Material y Métodos

La investigación se llevó a cabo en áreas verdes del campus central de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), en Tepic, México (21°29'21.69" N, 104°53'30.95" O; 946 msnm). La recolección de ejemplares se realizó en mayo de 2023, al final de la temporada seca, en plantas de *Duranta erecta* que presentaban daños foliares visibles (Figura 1). Se recolectaron especímenes vivos del escarabajo fitófago en distintos estadios de desarrollo: larvales (L1, L2 y L3) y adultos. Los individuos fueron colocados en cajas de Petri (90 mm × 15 mm) con hojas frescas de *D. erecta* como fuente de alimento. El material biológico fue trasladado al Laboratorio de Parasitología Agrícola de la UAN para su identificación taxonómica y su evaluación experimental. La identificación se realizó mediante un microscopio estereoscópico Velab® VE-S5, utilizando las claves de Gordon (1985) y Gordon & Vandenberg (1991).



Figura 1. Evidencia del daño foliar producido por *Mada inepta* en *Duranta erecta*.

A) lesiones visibles en hojas verdes; B) defoliación avanzada; C y D) patrones de daño atribuibles a larvas y adultos. Fuente: Fotografía propia.

Bioensayos de patogenicidad

Los bioensayos con *Beauveria* sp. se realizaron bajo condiciones controladas: temperatura de 26.0 ± 0.5 °C, humedad relativa de 65 ± 10 % y fotoperíodo de 13:14 h (luz:oscuridad), siguiendo las recomendaciones de Ugrinovic (2023). Se empleó un diseño experimental completamente al azar con dos estadios biológicos (larvas y adultos). Para cada estadio, se estableció un grupo de control (sin inoculación) y cinco réplicas experimentales inoculadas con *Beauveria* sp. Cada unidad experimental consistió en una caja de Petri (90 mm × 15 mm) que contenía 10 individuos, totalizando 12 cajas: seis para larvas (1 control + 5 réplicas inoculadas) y seis para adultos (1 control + 5 réplicas inoculadas), lo que permitió evaluar 60 larvas y 60 adultos en total.

La suspensión de *Beauveria* sp. se preparó a una concentración de 1×10^7 conidias/mL (Oliveira *et al.*, 2015). La inoculación se realizó aplicando uniformemente la suspensión sobre los insectos de cada caja con un pincel esterilizado (Figura 2). Previo a la inoculación, en cada caja se incorporaron hojas frescas de *D. erecta* desinfectadas mediante inmersión en hipoclorito de sodio al 1 % durante tres minutos, seguidas de enjuague con agua destilada estéril (Xu *et al.*, 2025). Las hojas sirvieron como sustrato alimenticio y para generar una atmósfera húmeda favorable para la patogénesis, dado que una humedad relativa superior al 90 % es crítica para el desarrollo de hongos entomopatógenos (Núñez *et al.*, 2010; Quesada *et al.*, 2024).

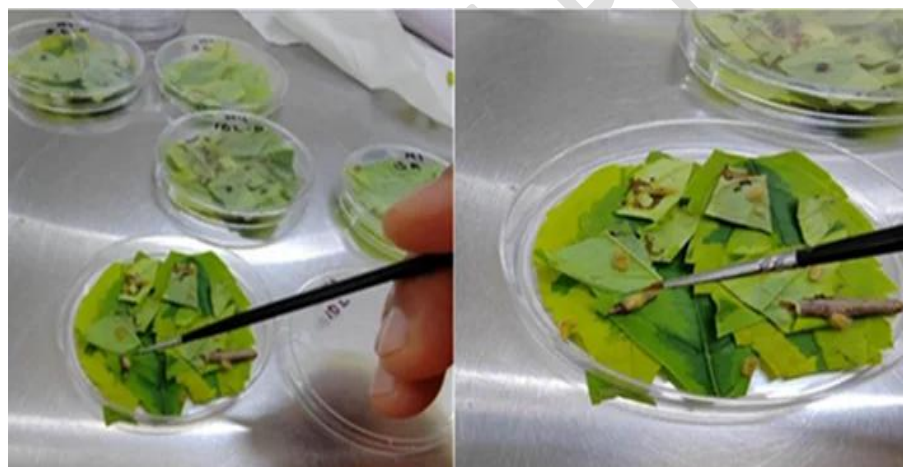


Figura 2. Inoculación con esporas de *Beauveria* sp. en los diferentes estadios biológicos de *Mada inepta*. Fuente: Fotografía propia.

La mortalidad se evaluó diariamente durante 10 días posteriores a la inoculación, registrando el número de individuos infectados y documentando las etapas de desarrollo del hongo. Se calculó el porcentaje de infección para evaluar la efectividad de *Beauveria* sp. como agente de control biológico.

Resultados y Discusión

Se recolectó un total de 120 individuos vivos en jardines del campus central de la Universidad Autónoma de Nayarit, de los cuales 60 correspondieron a larvas en distintos estadios de desarrollo y 60 a ejemplares adultos. La identificación taxonómica de los

adultos, realizada mediante las claves de Gordon, (1985) y Gordon & Vandenberg, (1991), permitió determinar que el escarabajo defoliador asociado a *Duranta erecta* pertenece a la especie *Mada inepta*. Esta identificación fue corroborada por el especialista en Coccinellidae Dr. Jorge Ismael Néstor Arriola, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (Figura 3). Los ejemplares identificados presentaron las características diagnósticas generales descritas para el género *Mada*, incluyendo cuerpo ovalado a ligeramente alargado, convexo, con pubescencia fina y coloración variable entre amarilla y parda oscura, así como élitros con punteado evidente y patas robustas con garras tarsales dobles. Estas características concuerdan con la descripción de *M. inepta* reportada por Szawaryn (2015), lo que confirma su identidad taxonómica. Sus plantas hospederas confirmadas incluyen *Duranta repens* y *Duranta variegata* (Gómez & González, 2013; Szawaryn, 2015).

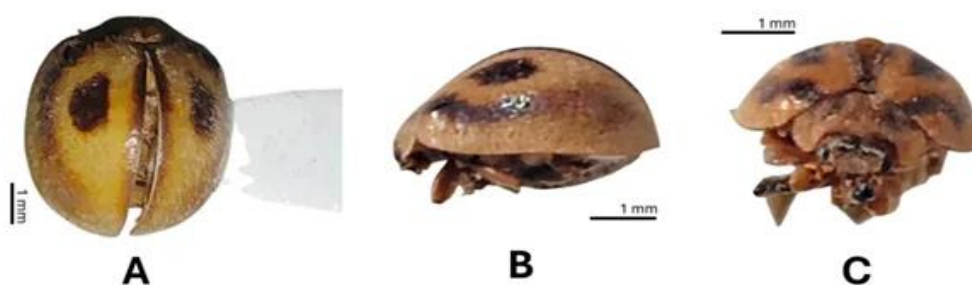


Figura 3. Ejemplar de *Mada inepta* observado desde distintas perspectivas. A) vista dorsal; B) vista lateral; C) vista frontal. Fuente: Fotografía propia.

Evaluación preliminar de la patogenicidad de *Beauveria* sp.

De los 120 individuos recolectados, se destinaron 50 larvas y 50 adultos para los bioensayos con *Beauveria* sp, mientras que 10 larvas y 10 adultos adicionales se utilizaron como controles negativos. Los grupos control fueron tratados únicamente con agua destilada estéril aplicada mediante pincel y no presentaron mortalidad ni signos de infección fúngica durante las 240 horas de observación, confirmando que la infección observada en los grupos tratados fue atribuible exclusivamente a la acción de *Beauveria* sp. La inoculación con *Beauveria* sp. (1×10^7 conidios/mL) evidenció diferencias en la susceptibilidad según el estadio de desarrollo. Los adultos exhibieron resistencia completa durante todo el período de observación (0/50; 0 %), mientras que las larvas mostraron susceptibilidad moderada, con 15 individuos infectados de un total de 50 (30 %) (Figura 4).

La respuesta larval mostró heterogeneidad entre las cinco réplicas experimentales (Tabla 1). La réplica uno registró la mayor susceptibilidad con 60 % de infección (6/10 individuos), mientras que la tres mostró la menor tasa con apenas 10 % (1/10). Las réplicas dos y cuatro presentaron tasas intermedias de 30 % cada una, y la réplica cinco mostró 20 % de infección. Esta variabilidad inter-réplicas sugiere limitaciones en el control de las condiciones experimentales. Aunque se estandarizó la concentración del inóculo y se mantuvieron condiciones ambientales controladas, varios factores pudieron contribuir a esta heterogeneidad:

Método de aplicación: La inoculación manual mediante pincel esterilizado, aunque permite un contacto directo con el tegumento del insecto, puede generar una distribución heterogénea de conidios entre individuos y entre réplicas, lo que resulta en cargas infectivas variables (Butt & Goettel, 2000).

Condiciones microambientales: La humedad dentro de cada caja de Petri, generada por las hojas frescas de *D. erecta*, pudo variar entre unidades experimentales. Quesada *et al.* (2024) han demostrado que la humedad relativa superior al 90 % es crítica para la germinación y penetración de hongos entomopatógenos, y que pequeñas variaciones pueden impactar significativamente la eficacia infectiva.

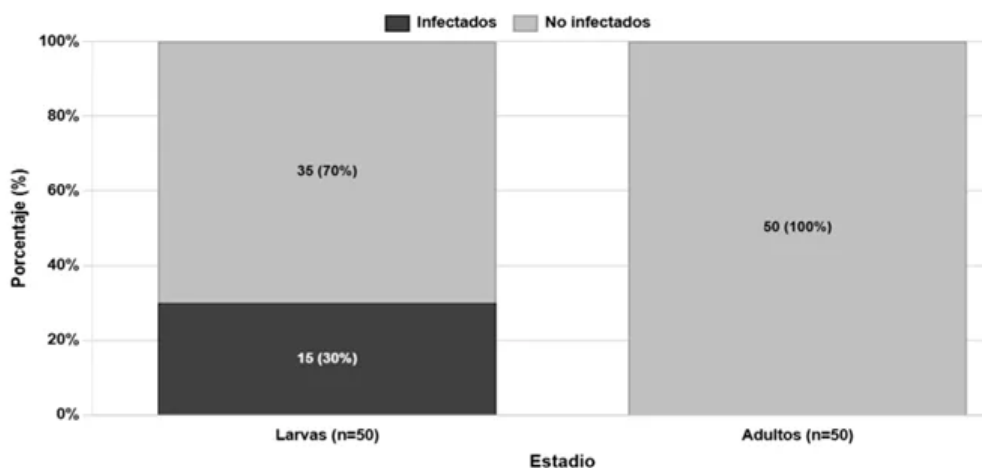


Figura 4. Comparación de susceptibilidad entre estadios de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia

Concentración de inóculo: La concentración empleada (1×10^7 conidios/mL) podría resultar insuficiente para generar una respuesta consistente y robusta en *M. inepta*. Estudios previos sugieren que concentraciones superiores (1×10^8 o 1×10^9 conidios/mL) pueden ser necesarias para alcanzar tasas de mortalidad más elevadas en coleópteros (Javid *et al.*, 2018; Martínez *et al.*, 2022).

Los valores de T_{50} calculados para las réplicas larvales oscilaron entre 74.3 y 86.2 horas, con una media de 79.22 ± 4.47 horas y un coeficiente de variación de 5.64 %. A pesar de la heterogeneidad en las tasas de infección entre las réplicas, la respuesta temporal fue relativamente homogénea, lo que sugiere que, una vez establecida la infección, la velocidad de progresión de la enfermedad es consistente. En contraste, los adultos no alcanzaron el T_{50} durante las 240 horas de monitoreo, estableciendo un límite conservador de >240 horas para este parámetro en dicho estadio.

Tabla 1. Susceptibilidad a *Beauveria* sp. por réplica experimental.

Estadio	Replica	N inoculado	Infectados	Mortalidad (%)	T ₅₀ (horas)
Larval	1	10	6	60	74.3
	2	10	3	30	78.7
	3	10	1	10	79.1
	4	10	3	30	77.8
	5	10	2	20	86.2
Subtotal	1-5	50	15	30	79.22 ± 4.47
Control	-	10	0	0	-
Adulto	1-5	50	0	0	>240
Control	-	10	0	0	-

T₅₀: tiempo requerido para infectar al 50 % de los individuos susceptibles. Valores expresados como media ± desviación estándar para las larvas. Fuente: Elaboración propia

Dinámicas temporales de infección

El análisis temporal de la infección, representado mediante un gráfico de barras, mostró una cinética sigmoideal, característica de los procesos infectivos por hongos entomopatógenos, en la que la secuencia temporal de los valores permite distinguir una fase inicial lenta, seguida de un incremento acelerado en el número de individuos infectados y una posterior estabilización del proceso (Figura 5). (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* son agentes entomopatógenos ampliamente usados que siguen este patrón de infección en hospederos insectiles) (Liu *et al.*, 2022). Los primeros signos de infección se detectaron a las 72 horas post-inoculación (hpi), cuando siete larvas presentaron síntomas (seis de la réplica uno y uno de la réplica tres). Estudios de dinámica de infección reportan que, tras el contacto con conidios adheridos a la cutícula, los hongos proliferan en el hemocel hasta provocar la muerte del insecto en días posteriores, lo que se asocia con incrementos temporales de infección que se correlacionan con fases ascendentes de mortalidad en bioensayos controlados (Ishii *et al.*, 2017). Posteriormente, la propagación avanzó progresivamente, alcanzando 10 individuos sintomáticos a las 80 hpi y 13 a las 96 hpi. La fase de saturación se estableció a las 108 hpi con un total de 15 larvas infectadas, sin registrarse nuevos casos hasta las 240 hpi. En bioensayos con entomopatógenos se ha observado que los tiempos letales medios (LT₅₀) y altos (LT₈₀) ocurren típicamente dentro de días posteriores a la inoculación, muestran que la progresión temporal de infección se ajusta a curvas ascendentes antes de estabilizarse (Cisneros *et al.*, 2023). En contraste, los adultos no presentaron infección durante todo el periodo de monitoreo, lo cual es consistente con estudios que reportan variaciones de susceptibilidad a hongos entomopatógenos entre estadios de desarrollo insectil y especies huésped (Liu *et al.*, 2023). En conjunto, los resultados confirman una progresión temporal coherente con la dinámica típica descrita para infecciones causadas por *Beauveria* (Hassan *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2022).

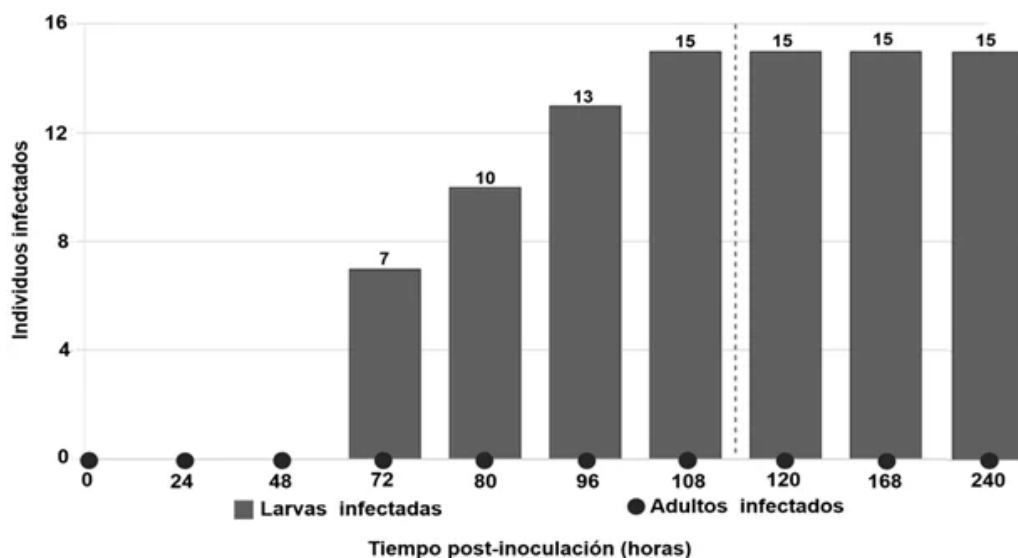


Figura 5. Cinética temporal de la infección por estadio de desarrollo. Fuente: Elaboración propia

Manifestación de la infección y desarrollo fúngico en larvas infectadas

A las 72 horas post-inoculación, las larvas tratadas comenzaron a manifestar los primeros signos visibles de infección, caracterizados por reducción de la movilidad y cambios en la coloración del tegumento (Figura 6A). Estos síntomas concuerdan con lo establecido en el protocolo de manejo de insectos infectados por hongos entomopatógenos de SENASICA, 2024, donde se describe que, conforme progresa la infección, los insectos muestran reducción de la actividad, pérdida de la capacidad de movimiento y alteraciones en la coloración corporal previas a la muerte y esporulación del hongo. En conjunto, la aparición de estos síntomas a las 72 hpi respalda la progresión temporal observada en el bioensayo y confirma que la respuesta larval se ajusta a la dinámica típica reportada para infecciones por hongos entomopatógenos bajo condiciones controladas (Barrios *et al.*, 2024). La progresión de los síntomas se hizo más evidente a las 96 hpi, con inmovilización completa de los individuos afectados (Figura 6B). A las 240 hpi se observó un desarrollo fúngico conspicuo sobre las larvas muertas, caracterizado por un micelio algodonoso de tonalidad blanca que recubría completamente el cuerpo del insecto (Figuras 6C y 6D). Este patrón morfológico es consistente con las descripciones de *Beauveria* sp. en insectos reportadas por Góngora *et al.* (2013). Las larvas del grupo control no presentaron síntomas ni desarrollo fúngico durante todo el período de observación.

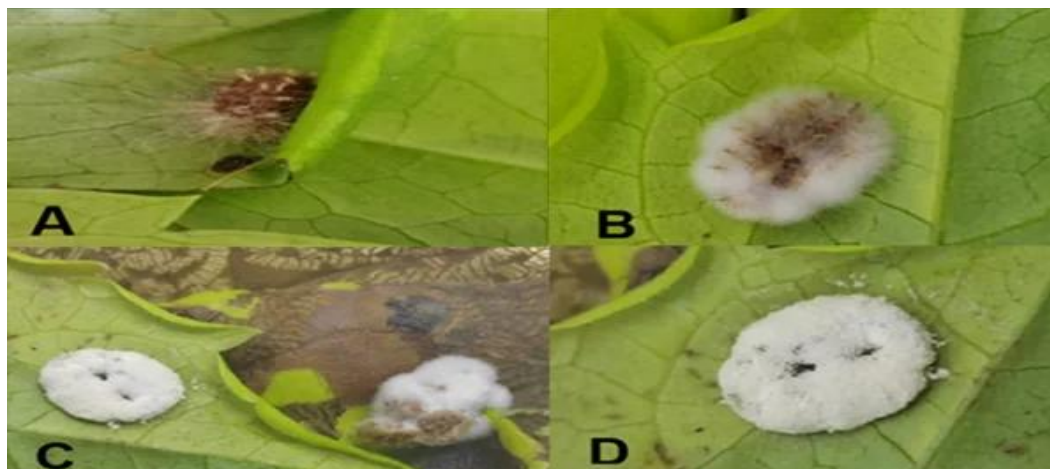


Figura 5. Estadios inmaduros de *Madia inepta* infectados por *Beauveria sp.* A) 72 horas después de la inoculación; B) 96 horas post-inoculación; C y D) 240 horas post-inoculación, respectivamente. Fuente: Fotografía propia.

Para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en los tiempos T_{50} entre estadios de desarrollo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis utilizando el software PAST (versión 5.0.2) (Hammer *et al.*, 2024). Esta prueba se seleccionó debido a la presencia de datos censurados en el grupo adulto (ningún individuo alcanzó la mortalidad) y a la ausencia de normalidad en la distribución de los tiempos T_{50} (Tabla 2). El análisis manifestó diferencias significativas entre los estadios ($H = 6.785$; $gl = 1$; $p = 0.0092$), por lo que se rechazó la hipótesis nula de equivalencia con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla 3. Análisis estadístico Kruskal-Wallis para tiempos T_{50} .

Parámetro	Valor	Interpretación
Estadístico H	6.785	$H > \chi^2_{0.05,1} (3.841)$
Valor p	0.0092	$p < 0.01$ (altamente significativo)
Grados de libertad	1	-
Nivel de significancia (α)	0.05	Se rechaza H_0

Los resultados confirman que *Madia inepta* presenta una susceptibilidad diferencial a *Beauveria sp.* según el estadio de desarrollo, con mayor vulnerabilidad en larvas que en adultos, un patrón ampliamente reportado para insectos expuestos a hongos entomopatógenos (Storm *et al.*, 2016; Hintènou *et al.*, 2023). Esta diferencia se asocia principalmente a la menor esclerotización de la cutícula larval y a una respuesta inmune menos eficiente, lo que facilita la adhesión, germinación y penetración de los conidios, mientras que los adultos presentan barreras físicas y comportamentales más eficaces que reducen la infección fúngica (Licht *et al.*, 2016; Lovett & Leger, 2017). No obstante, la mortalidad larval observada (30 %) y la ausencia de infección en adultos indican que la cepa de *Beauveria sp.* evaluada mostró una eficacia limitada en la concentración y condiciones ensayadas, por lo que estos resultados deben considerarse preliminares. Estudios

recientes señalan que la eficacia del control biológico con *Beauveria* spp. puede incrementarse mediante la selección de cepas más virulentas, el uso de concentraciones superiores ($\geq 1 \times 10^8$ conidios/mL) y la optimización de los métodos de aplicación (Batta, 2016; Mascarín *et al.*, 2019). Aun con estas limitaciones, los resultados sugieren que las fases larvianas de *M. inepta* podrían constituir un objetivo potencial para el control con hongos entomopatógenos.

Conclusiones

Este trabajo documenta por primera vez en México la presencia de *Mada inepta* asociada a *Duranta erecta* L. en el estado de Nayarit, donde se observaron daños foliares severos caracterizados por esqueletización, necrosis secundaria y desecación progresiva del follaje. El análisis temporal de la infección mostró un comportamiento sigmoidal típico de procesos infectivos, y el análisis estadístico mediante Kruskal–Wallis evidenció que la susceptibilidad a *Beauveria* sp. está condicionada por el estadio biológico del hospedero. Las larvas presentaron una mayor vulnerabilidad (30 %) en comparación con los adultos, lo que sugiere que la etapa de desarrollo es un factor clave en la interacción hospedero–patógeno. No obstante, la eficacia limitada observada indica que los resultados deben interpretarse como preliminares. En conjunto, este reporte contribuye al conocimiento de la distribución y biología de *M. inepta* en México y proporciona información inicial que puede servir de base para estudios posteriores orientados a evaluar y optimizar alternativas de manejo biológico en plantas ornamentales urbanas.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, autor 1, autor 7.; desarrollo de la metodología, autor 1, autor 2, autor 4, autor 7.; manejo de software, autor 3, autor 6.; validación experimental, autor 2, autor 4, autor 7.; análisis de resultados, autor 1, autor 2, autor 3, autor 6.; Manejo de datos, autor 3, autor 6.; escritura y preparación del manuscrito, autor 1, autor 5, autor 7.; redacción, revisión y edición, autor 1, autor 5, autor 7. Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo. L.A.C.; M.A.E.V.; S.N.M.; A.R.B.; J.I.N.A.; V.C.G.M.; O.J.C.C.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo

Declaraciones éticas

El estudio se llevó a cabo conforme a los principios de investigación responsable, aplicando prácticas adecuadas para la recolección y manejo de artrópodos y la realización de bioensayos en laboratorio. La colecta de ejemplares se efectuó exclusivamente con fines de registro y evaluación de alternativas de control, sin afectar poblaciones silvestres ni involucrar especies reguladas.

Los ensayos con *Beauveria* sp. siguieron procedimientos estándar para el uso de entomopatógenos y se desarrollaron bajo condiciones controladas. Debido a que la investigación no incluyó organismos vertebrados, humanos ni especies sujetas a protección, no fue necesaria la aprobación de un Comité de Ética o Junta de Revisión Institucional.

Agradecimientos

Agradecemos de manera conjunta a todo el equipo, tanto a los colaboradores locales como a quienes participaron desde fuera del estado, por su contribución en las etapas de investigación, análisis y redacción de este manuscrito. Su asesoría especializada y permanente disposición fueron determinantes para el adecuado desarrollo de este trabajo, cuya calidad científica refleja el compromiso y profesionalismo de cada integrante.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Referencias

- Aymard C, G. A. & Grande A, J. R. (2012). *Duranta neblinensis* (Verbenaceae, Duranteae): a new species from Sierra de la Neblina, Amazonas state., Venezuela. *Brittonia*, 64(3), 246-251. <https://doi.org/10.1007/s12228-011-9227-8>
- Barrios, T., C., Tejeda, G. E., Aldana, R. C., Castillo, N. J., Florián, L. V., Contreras, L. J., Rosero, G. M. & Morales, R. A. (2024) Reconocimiento de signos y síntomas de infección por microorganismos entomopatógenos en insectos plaga del cultivo de palma de aceite. <https://doi.org/10.56866/9786287711037>
- Batta, Y. A. (2016). Recent advances in formulation and application of entomopathogenic fungi for biocontrol of stored-grain insects. *Biocontrol Science and Technology*, 26(9), 1171-1183. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1201458>
- Bush, E. A. & Rodriguez L. (2024). Reducing pesticide use in the home lawn and garden. *Virginia Cooperative Extension*. <https://www.pubs.ext.vt.edu/450/450-725/450-725.html>
- Butt, T. M. & Goettel, M. S. (2000). Bioassays of entomogenous fungi. <https://doi.org/10.1079/9780851994222.0141>
- Cisneros, V. L. A., Navarro, R. P. P., Rodríguez, A. D., Ordóñez, G. J. G., Valdez, D. K. M., Danis, L. R., & Vázquez, M. G. (2023). Entomopathogenic fungi for the control of larvae and adults of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) vector of Dengue, Chikungunya and Zika viruses in Mexico. *Salud pública de México*, 65(2 mar-abr), 144-150. <https://doi.org/10.21149/13931>
- Decuyper, C. M., Claps, L. E. & Del Valle, E. E. (2020). Primer reporte de *Ceroplastes granáis* (Hemiptera: Coccidae) en plantas ornamentales de *Duranta erecta* var. limón L. (Verbenaceae) en la provincia de Entre Ríos, Argentina. *AgriScientia*, 37 (2), 51-60. <https://dx.doi.org/10.31047/1668.298x.v37.n2.27419>
- Figueredo, H. S., Chalup, A., & Díaz, C. F. (2023). Descripción de una nueva especie para el género *Macaria* (Lepidoptera: Geometridae) y reporte de su planta hospedera en la Argentina. *Acta Zoológica Lilloana*, 297-309. <https://doi.org/10.30550/j.azl/1782>
- Gómez, L. C., & González, G. (2013). Ciclo de vida de *Mada durantae* González & Gómez (Coleoptera: Coccinellidae) y evaluación de daños causados a las plantas ornamentales urbanas del género *Duranta* (Verbenaceae) en Medellín, Colombia. *Boletín de la SEA*, (52), 137-140. <http://sea-entomologia.org/Publicaciones/Boletines/Boletin52/boletin52.html>
- Góngora, C. E., Marín, P., & Benavides, P. (2013). Claves para el éxito del hongo *Beauveria bassiana* como controlador biológico de la broca del café. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)*. Pp 1-9 https://www.researchgate.net/profile/Carmenza-Gongora/publication/329754601_CLAVES_PARA_EL_EXITO_DEL_HONGO_Beauveria_bassiana_COMO_CONTROLADOR_BIOLOGICO_DE_LA_BROCA_DEL_CAFE/link

[s/5c1912f592851c22a3341f40/CLAVES-PARA-EL-EXITO-DEL-HONGO-Beauveria-bassiana-COMO-CONTROLADOR-BIOLOGICO-DE-LA-BROCA-DEL-CAFE.pdf](#)

- González, G. (2016). Los Coccinellidae de Colombia [online]. <http://www.coccinellidae.cl/paginasWebCol/Paginas/InicioCol.php>
- González, G., & Gómez, L. C. (2013). Descripción de *Mada durantae* n. sp. (Coleoptera: Coccinellidae: Cynegetini), plaga de plantas ornamentales urbanas de *Duranta* spp. (Verbenaceae) en Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 52, 43-48. <http://sea-entomologia.org/Publicaciones/Boletines/Boletin52/boletin52.html>
- Gordon, R. D. (1985). The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, 93(1): 1-912. <https://www.jstor.org/stable/25009452>
- Gordon, R. D. & N. Vandenberg. (1991). Field guide to recently introduced species of Coccinellidae (Coleoptera) in North America, with revised key to North American genera of Coccinellini. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 93(4): 845-867. <https://biostor.org/reference/56473>
- Hammer, O. Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. (2024). PAST: Paleontological Statistics Software Package (Versión 5.0.2) [Software]. *Natural History Museum*. <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Hassan, F. R., Abdullah, S. K., & Assaf, L. H. (2019). Pathogenicity of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. endophytic and a soil isolate against the squash beetle, *Epilachna chrysomelina* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0169-x>
- Hinténou, M. V., Omoloye, A. A., Douro Kpindou, O. K., Karlsson, M. F., Djouaka, R., Bokonon-Ganta, A. H., & Tamò, M. (2023). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) and *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) isolates against life stages of *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00693-0>
- Hoover, S. (2005). New Orleans takes bad turn on pesticide spraying. *Beyond Pesticides*. https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/Spraying...sPR9_05.pdf
- Iqbal, Z., Azad, R., Nasir, M. F., Bodlah, I., Zaman, M., Hassan, M. A., & Nie, R. E. (2024). Review of ladybird tribe Epilachnini Mulsant, 1846 (Coleoptera: Coccinellidae) from Pakistan. *Oriental Insects*, 59(1), 54-100. <https://doi.org/10.1080/00305316.2024.2374352>
- Ishii, M., Kanuka, H., Badolo, A., Sagnon, N. F., Guelbeogo, W. M., Koike, M., & Aiuchi, D. (2017). Proboscis infection route of *Beauveria bassiana* triggers early death of *Anopheles* mosquito. *Scientific Reports*, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03720-x>
- Javid, W., Shaheen, F. A., Naz, F., & Raja, M. U. (2018). Entomopathogenicity and modeling aptness of fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*) against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Bruchidae: Coleoptera). *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 31(3), 202-206. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2018/31.3.202.206>
- Karimzadeh, R., Naharki, K., & Park, Y. L. (2024). Detection of bean damage caused by *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae) using drones, sensors, and image analysis. *Journal of economic entomology*, 117(5), 2143-2150. <https://doi.org/10.1093/jeet/toae117>
- Licht, H. D. F., Hajek, A. E., Eilenberg, J., & Jensen, A. B. (2016). Utilizing genomics to study entomopathogenicity in the fungal phylum Entomophthoromycota: a review of current genetic resources. *Advances in genetics*, 94, 41-65. <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2016.01.003>

- Liu, D., Smagghe, G., & Liu, T. X. (2023). Interactions between entomopathogenic fungi and insects and prospects with glycans. *Journal of Fungi*, 9(5), 575. <https://doi.org/10.3390/jof9050575>
- Liu, Y., Yang, Y., & Wang, B. (2022). Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* play roles of maize (*Zea mays*) growth promoter. *Scientific reports*, 12(1), 15706. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19899-7>
- Lovett, B., & Leger, R. J. S. (2017). The insect pathogens. *The fungal kingdom*, 923-943. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.funk-0001-2016>
- Martínez, L.C., Plata-Rueda, A., Ramírez, A. and Serrão, J.E. (2022), Susceptibility of *Demotispa neivai* (Coleoptera: Chrysomelidae) to *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* entomopathogenic fungal isolates. *Pest Manag Sci*, 78: 126-133. <https://doi.org/10.1002/ps.6613>
- Mascarin, G. M., Lopes, R. B., Delalibera Jr, Í., Fernandes, É. K. K., Luz, C., & Faria, M. (2019). Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. *Journal of invertebrate pathology*, 165, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.001>
- Moroni, P., & O'Leary, N. (2020). Insights into the Systematics of Tribe Duranteae (Verbenaceae) II: A Taxonomic Revision of the New World Genus *Duranta*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 105(4), 502-577. <https://doi.org/10.3417/2020581>
- Núñez, G. O., Saucedo, C. G., Alatorre, R. R., & Loera, O. (2010). Effect of moisture content and inoculum on the growth and conidia production by *Beauveria bassiana* on wheat bran. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53, 771-777. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000400004>
- Oliveira, D. G. P., Pauli, G., Mascarin, G. M., & Delalibera, I. (2015). A protocol for determination of conidial viability of the fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* from commercial products. *Journal of microbiological methods*, 119, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2015.09.021>
- Pastrana, J. A., Braun, K., Logarzo, G. A., Cordo, H. A., & Di Iorio, O. R. (2004). Los lepidópteros argentinos sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. <https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/id/40894>
- Puri, A. V. (2018). *Duranta repens* Linn.(Verbenaceae): a comprehensive review of pharmacognostic, ethnomedicinal, pharmacological, and phytochemical aspects. *Asian J Pharm Clin Res*, 11(11), 91-96. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i11.28509>
- Quesada, M. E., González, M. N., Yousef, Y. M., Garrido J., I., & Fernández, B. M. (2024). Key role of environmental competence in successful use of entomopathogenic fungi in microbial pest control. *Journal of Pest Science*, 97(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01622-8>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.(SENASICA) (2024). Colección de hongos entomopatógenos (CHE) <https://www.gob.mx/senasica/documentos/coleccion-de-hongos-entomopatogenos>
- Sousa, S. M., Reis, A. C., Silva, P. S., & Viccini, L. F. (2011). An increment in the *Duranta repens* L.(Verbenaceae) knowledge: DNA content, karyology, meiosis and palynology. *Caryologia*, 64(1), 110-116. <https://doi.org/10.1080/00087114.2011.10589770>
- Souza, B., & Marucci, R. C. (2021). Biological control in ornamental plants: from basic to applied knowledge. *Ornamental Horticulture*, 27(2), 255-267. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i2.2365>
- Storm, C., Scoates, F., Nunn, A., Potin, O., & Dillon, A. (2016). Improving efficacy of *Beauveria bassiana* against stored grain beetles with a synergistic co-formulant. *Insects*, 7(3), 42. <https://doi.org/10.3390/insects7030042>

- Sybilka, A., Mądry, N., Wójcik-Gront, E., & Puchalska, E. (2025). Laboratory evaluation of *Beauveria bassiana* strain ATCC74040 as a potential biocontrol agent of *Aculops lycopersici*. *Scientific Reports*, 15(1), 40290. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-24062-z>
- Szawaryn, K. (2015). Notes on the genus *Mada* Mulsant with description of a new Andean species (Coleoptera: Coccinellidae: Epilachnini). *Zootaxa*, 3936(2), 281-286. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3936.2.8>
- Ugrinovic, V., Tello, V., Navea, C., & Rioja, T. (2023). Efecto de cuatro dietas (artificial y natural) sobre el desarrollo postembrionario y longevidad del depredador *Clitostethus arcuatus* (Rossi)(Coleoptera: Coccinellidae) en condiciones de laboratorio. *Idesia (Arica)*, 41(4), 55-64. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292023000400055>
- Xu, B., Huang, C., Cheng, S., Romeis, J., Collatz, J., Zhang, G., & Wan, F. (2025). Screening of Highly Virulent *Beauveria bassiana* Strains Against *Tuta absoluta* Larvae and Evaluation of Their Endophytic Colonization-Mediated Suppression in Tomato Plants. *Plants*, 14(18), 2932. <https://doi.org/10.3390/plants14182932>