



RESEARCH ARTICLE

PRIMER REGISTRO DE *Nasonia vitripennis* (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) PARASITANDO PUPAS DE *Lasioderma serricornes* (COLEOPTERA: ANOBIIDAE) EN MÉXICO

Alejandro Alviter-Aguilar¹, Pedro Arturo Martínez-Hernández², Enrique Cortés-Díaz³,
Alejandro Rodríguez-Ortega^{4*}, José Luis Zaragoza-Ramírez⁵ and Elba Ronquillo-De Jesús⁶

^{1,2,3,5}Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo., Carretera México-Texcoco km 38.5, Texcoco, Estado de México; ^{4,6}Posgrado en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Francisco I. Madero, Hidalgo

ARTICLE INFO

Article History:

Received 09th March, 2025

Received in revised form

21st April, 2025

Accepted 19th May, 2025

Published online 24th June, 2025

Key words:

Avispa, parasitoide, Pupa, Gorgojo, México.

*Corresponding author:

Alejandro Rodríguez-Ortega

ABSTRACT

El control biológico es una actividad que se lleva a cabo entre organismos, donde participan depredadores, parasitoides y patógenos para mantener el control de poblaciones de insectos plaga y algunas enfermedades en cultivos o ecosistemas. Algunos ejemplos de control biológico es la depredación, parasitismo y patogenicidad. Algunos beneficios del control biológico son: reducción del uso de pesticidas, sostenibilidad ambiental y productiva, mejora en la calidad de los productos y control de plagas invasoras. Las avispas son insectos del orden Himenóptera y algunas de estas realizan control biológico de forma natural e inducida. Algunas especies de avispas han sido caracterizadas y reproducidas en condiciones de laboratorio para su posterior distribución en los lugares donde se quiere controlar alguna especie nociva. En plantas deshidratadas y almacenadas de *Parthenium hysterophorus* se tiene el desarrollo de un gorgojo de nombre *Lasioderma serricornes* que se alimenta de tallos, hojas, flores y semillas. En este ambiente se tuvo el avistamiento de una avispa diminuta que se plantea sea el parasitoide del gorgojo. El estudio tuvo como objetivo la identificación taxonómica de la avispa que oviposita en las pupas de *Lasioderma serricornes* presente en plantas deshidratadas y almacenadas de *Parthenium hysterophorus*. Se colectaron avispas adultas y pupas ovipositadas para su identificación taxonómica. Los resultados mostraron que la avispa parasitoide es de nombre científico *Nasonia vitripennis*. Esta avispa es de carácter generalista y cosmopolita, que tiene preferencia por pupas de dípteros y que en algunos reportes científicos mencionan que puede ovipositar en otros tipos de insectos. Se concluye que el parasitoide de pupas de *Lasioderma serricornes* es un Himenóptero de la familia Pteromalidae cuyo nombre científico es *Nasonia vitripennis*. Y la acción parasitoide de *Nasonia vitripennis* en las pupas de *Lasioderma* abre la línea de investigación para utilizar esta avispa en programas de control biológico del escarabajo.

Copyright©2025, Alejandro Alviter-Aguilar et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Alejandro Alviter-Aguilar, Pedro Arturo Martínez-Hernández, Enrique Cortés-Díaz, Alejandro Rodríguez-Ortega, José Luis Zaragoza-Ramírez, Elba Ronquillo-De Jesús. 2025. "Primer registro de *nasonia vitripennis* (hymenoptera: pteromalidae) parasitando pupas de *lasioderma serricornes* (coleoptera: anoobiidae) en México". *International Journal of Current Research*, 17, (06), 33312-33318.

INTRODUCTION

En los trabajos científicos de Silveira *et al.*, (1989) y Kalyanaraman *et al.*, (2021) mencionan que las avispas son los parasitoides más conocidos y estudiados por su importancia en el control de otros insectos nocivos en agricultura, ganadería y en zonas urbanas. Estos mismos autores mencionan que las avispas parasitoides son de tamaños muy pequeños y se caracterizan por dos elementos importantes, su distribución geográfica (cosmopolitas y regional) y su elección de los hospedadores (generalistas y especialistas). Cuando un parasitoide se identifica como generalista, se refiere a que no tiene preferencia única por algún tipo de hospedero, si no que puede ovipositar en pupas de insectos de diferentes Ordenes (Castillo, 2001). Para este estudio se colectaron avispas adultas y pupas del escarabajo *Lasioderma serricornes* presentes en

muestras deshidratadas y almacenadas de *Parthenium hysterophorus*. Para la identificación taxonómica de la avispa se utilizaron los artículos científicos de Graham, (1969); Darling & Werren, (1990a); Gadau *et al.* (2002); Loehlin, (2010); Oliveira *et al.* (2010); Raychoudhury *et al.* (2010) y Xia *et al.* (2020). Donde a través de la morfología del insecto, en particular las alas, patas y antenas se determinó su taxonomía. El resultado de dicha identificación fue que el parasitoide es un insecto del Orden Himenóptero, de la familia Pteromalidae y de nombre científico *Nasonia vitripennis* (Graham, 1969). *N. vitripennis* es una avispa cosmopolita y generalista que tiene preferencia por hospedadores del orden Díptera (Kalyanaraman *et al.*, 2021), donde destacan moscas de: la carne, doméstica, los nidos de aves y granjas de pollos (Urriaga Villegas & Saloña Bordas, 2015). El carácter generalista de la avispa le otorga cualidades para identificar pupas de otros tipos de insectos y no solo del Orden Díptera.

Se han realizado estudios para identificar qué tipo de sustancias liberan los hospedadores que atraen a los parasitoides y los resultados mostraron que son los semioquímicos y kairomonas que se liberan por insectos holometábolos. *N. vitripennis* es un parasitoide bastante estudiado, desde aspectos genómicos, su acción en el control biológico y en el área forense. Su capacidad para adaptarse a diversas condiciones climáticas y de laboratorio hacen de esta avispa un insecto de importancia económica. Al realizar la revisión de literatura no se encontró evidencia científica que muestre la presencia de *N. vitripennis* ovipositando pupas de algunos otros insectos que no sean Dípteros. Sin embargo, algunos autores mencionan que puede estar presente en algunos otros como artrópodos (Proença et al., 2024). El estudio tuvo como objetivo identificar taxonómicamente el parasitoide que oviposita pupas de *Lasioderma serricorne* presente en plantas deshidratadas y almacenadas de *Parthenium hysterophorus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Avistamiento de insecto parasitoide: En plantas deshidratadas de *P. hysterophorus* con uno a dos años de almacenamiento en el laboratorio de entomología de la Universidad Politécnica de Francisco I Madero, en Francisco I Madero, Estado de Hidalgo, México, se avistó una avispa que oviposita en pupas del escarabajo *Lasioderma serricorne* presente en las muestras de *Parthenium*. Se capturaron varias avispas adultas y se colocaron en una solución alcohol agua 70:30 para su identificación taxonómica y caracterización biológica.

Identificación taxonómica: Para la clasificación taxonómica de la avispa se utilizaron los procedimientos de Graham, (1969); Darling & Werren, (1990a); Gadau et al. (2002); Loehlin, (2010); Oliveira et al. (2010); Raychoudhury et al. (2010) y Xia et al. (2020). Es importante indicar que para la clasificación taxonómica se revisó con detalle la morfología externa del insecto (principalmente alas, antenas y patas) hasta obtener de manera correcta el género y especie (Arija, 2012). Linné (1735), reportado por (Pachés Giner, 2019), estableció el método para la clasificación taxonómica. En éste actualmente se utiliza el orden jerárquico de características comunes y agrupados en taxón, para obtener las categorías siguientes: Dominio, Reino, Filo o División, Clase, Orden, Familia, Género y Especie. Además de la identificación taxonómica del parasitoide, también se revisó el ciclo de vida, hospedadores, beneficios y atrayentes del insecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Avistamiento de la avispa parasitoide: Al revisar minuciosamente el sustrato de plantas deshidratadas y almacenadas de *P. hysterophorus* se encontraron adultos, larvas, pupas y huevos del escarabajo *L. serricorne* consumiendo hojas, tallos, flores y semillas de esta arvense. En la presente revisión, además del escarabajo se observó la presencia de una avispa diminuta, relacionada con la acción de parasitoide de las pupas de *L. serricorne*. Se encontró al parasitoide en estado adulto, así como algunas fases de desarrollo en las pupas del escarabajo (Figura 1abc).

Identificación taxonómica: El procedimiento para la identificación taxonómica del parasitoide de (Graham, 1969)

para la familia Pteromalidae fue complementado con los estudios de (Darling & Werren, 1990a) y (Hardy et al., 2015) para género *Nasonia*, donde se obtuvo el taxón siguiente:

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Himenóptera
Suborde: Apócrita
Familia: Pteromalidae
Subfamilia: Chalcidoidea
Género: *Nasonia*
Especie: *vitripennis*

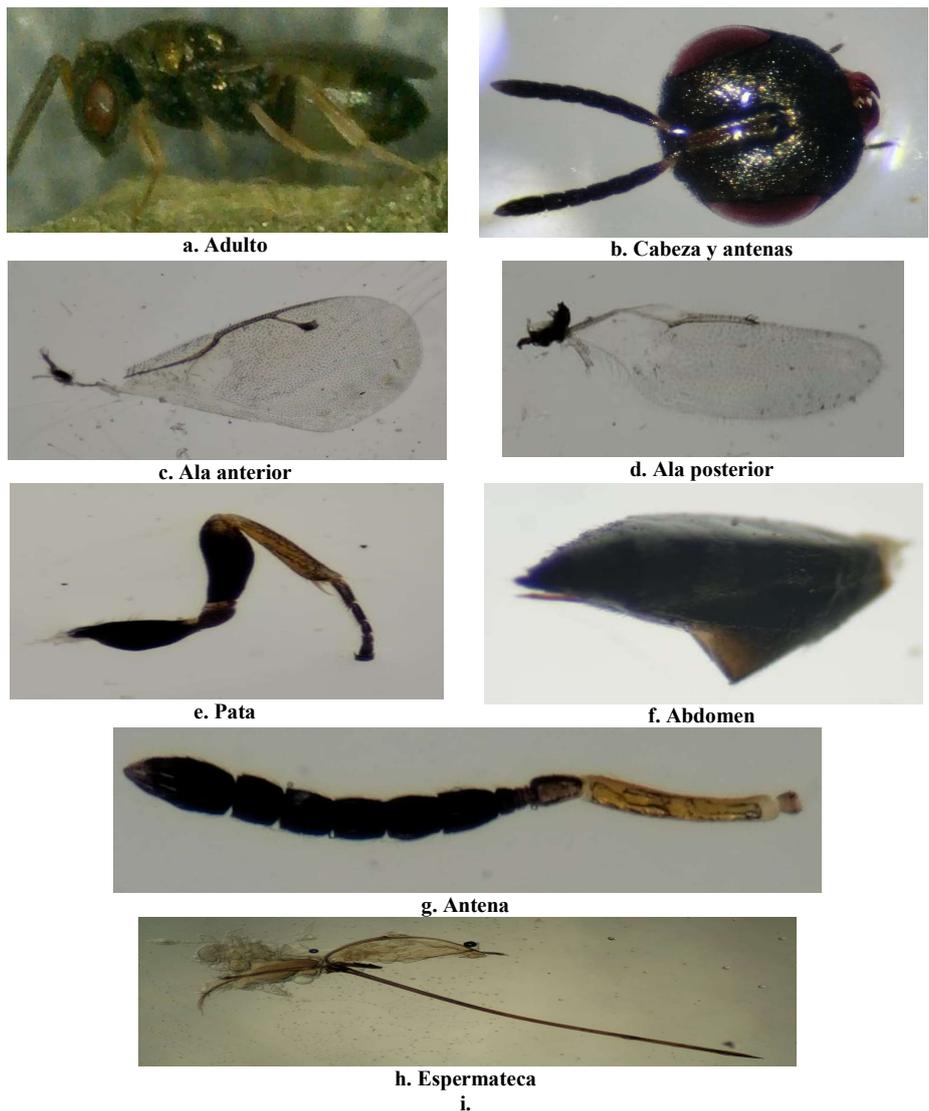
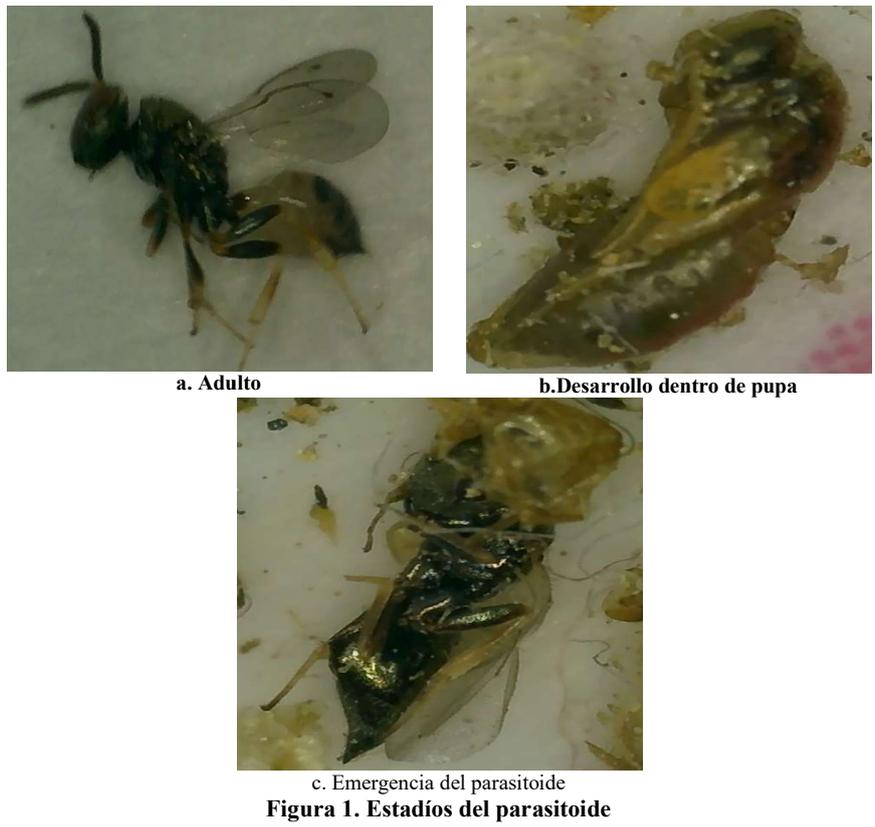
Este resultado se cotejó y complementó con los estudios de ingeniería genética y anatomía realizados por Hardy et al., (2015); Darling & Werren, (1990a); Gadau et al., (2002); Loehlin, (2010); Raychoudhury et al., (2010) y Xia et al., (2020), donde a través de los reportes de genoma, morfología de antenas, alas y patas se confirma que de las cuatro especies de *Nasonia*, la que corresponde a este estudio es *Nasonia vitripennis*. *N. vitripennis* son vocablos de origen latino, y vitripennis significa color verde, que se refiere al color de la avispa (Figura 2a). Las características morfológicas del género *Nasonia* son difíciles de distinguir (Darling & Werren, 1990b). Para la caracterización de la especie se utilizan las antenas, patas y las alas (Raychoudhury et al., 2010).

Estudios realizados por Darling & Werren, (1990b) en *N. vitripennis* mencionan que tiene un escapo fusiforme, flagelos antenales progresivamente más anchos (Figura 2bg) y la vena estigmal recta en el ala anterior con abundantes setas en las hembras (Figura 2cd)(Gadau et al., 2002). Las alas anteriores de los machos son cortas y estrechas. Para algunos investigadores como Loehlin et al., (2010) las alas de los machos son vestigiales y sin capacidad de volar, pero las utilizan en el cortejo.

Las patas de *N. vitripennis* (Figura 2e) tienen en la tibia una longitud de 642µm (0.0642 cm, medida entre los extremos distal y proximal) (Xia et al., 2020). Otra característica anatómica de las hembras es una prolongación en la parte ventral del abdomen (Figura 2f). En el informe que realizaron Hardy et al., (2015) se menciona que esta estructura es un órgano ovipositor y que las fases en que la avispa actúa con el hospedador es de la forma siguiente: primero, selecciona la pupa que va a ovipositar; segundo, taladra con su estilete la cutícula de la pupa, en caso de no penetrar realizar giros taladrando la pupa; y tercero, oviposita dentro de la pupa. La oviposición la realiza con el estilete que forma parte de la espermateca (Figura 2h).

Ciclo de vida del parasitoide: El parasitoide tiene un ciclo biológico de tipo holometábolo, es decir en cuatro fases o estadios: huevo, larva, pupa y adulto (Mulyah., et al 2020). Estos mismos autores describen que los huevos son traslucidos y de color blanco con medidas de 0.33 mm de longitud y 0.12 mm de diámetro.

Las larvas son de color amarillo oscuro. La pupa es blanquecina rosada y se va oscureciendo conforme avanza la maduración. En estado adulto las hembras miden entre 1.0 y 3.5 mm y los machos entre 0.6 y 2.4 mm. En el estudio realizado por Urriaga & Saloña, (2015) se indica que las avispas de *N. vitripennis* son de



Cuadro 1. Hospedadores utilizados en investigaciones de *Nasonia vitripennis*

Hospedador	Lugar	Fuente
<i>Protocalliphora azurea</i>	Ontario, Canadá	Darling & Werren, 1990b
<i>Musca domestica</i> <i>Protocalliphora sialia</i> <i>Sarcophaga bullata</i> ,	Regensburg, Alemania	Mair & Ruther, 2019
<i>Protocalliphora sialia</i> <i>Protocalliphora bennetti</i> <i>Protocalliphora metallica</i>	Québec, Canadá	Daoust et al., 2012
<i>Phormia regina</i> <i>Phaenicia sericata</i> , <i>Musca domestica</i> ,	New York, USA	Cornell & Pimentel, 2013
<i>Protocalliphoraazurea</i>	Madrid, España	Garrido & Moreno, 2019
<i>Cochliomyia macellaria</i>	Río de Janeiro; Brasil	Barbosa et al., 2008
<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	Ohio, USA	Rivers et al., 2000
<i>Chrysomya megacephala</i>	Río de Janeiro, Brasil	Milward et al., 2004
<i>Calliphora spp.</i> <i>Sarcophaga bullata</i> <i>Sarcophaga crassipalpis</i> <i>Peckia abnormis</i> <i>Musca domestica</i> <i>Drosophila melanogaster</i> <i>Rhagoletis pomonella</i> <i>Phorus spp.</i>	Ohio, USA	Rivers & Denlinger, 1995
<i>Sarcophaga bullata</i> <i>Calliphora vomitoria</i> , <i>Calliphora vicina</i> , <i>Phormia regina</i> <i>Phaenicia sericata</i> <i>Musca domestica</i> <i>Protocalliphora spp.</i>	Nueva York, USA	University of Rochester, 2017
<i>Calliphora spp.</i>	Países Bajos	Bertossa et al., 2010
<i>Calliphora vomitoria</i>	Países Bajos	Xia et al., 2020
<i>Chrysomya putoria</i> <i>Calliphoridae spp.</i> <i>Sarcophaga spp.</i> <i>Cochliomyia spp.</i>	Río de Janeiro Brasil	Proença et al., 2024
<i>Calliphora vomitoria</i>	Würzburg, Alemania	Groothuis et al., 2019
<i>Calliphora vicina</i>	Bizkaia, España	Urriaga & Saloña, 2015
<i>Sarcophaga bullata</i>	Carolina del Sur, USA	Loehlin et al 2010
<i>Calliphora vomitoria</i> <i>Lucilia sericata</i>	Münster, Alemania	Kalyanaraman et al., 2021
<i>Sarcophaga. bullata</i>	Países Bajos	Raychoudhury et al., 2010
<i>Protocalliphora spp.</i>	Ontario, Canadá	Darling & Werren, 1990a
<i>Sarcophaga bullata</i>	Arizona, USA	Holditch et al., 2022
<i>Sarcophaga bullata</i>	Georgia, USA	Cobb & Gibson, 2023
<i>Chrysomya albiceps</i> <i>Musca domestica</i> <i>Oxysarcodexia thornax</i> <i>Peckia chrysostoma</i> <i>Sarcodexia lambens</i> <i>Chrysomya megacephala</i> <i>Synthesiomia nudiseta</i>	Itumbiara, Brasil	Marchiori, 2004

coloración verde metálico en el cuerpo y anaranjado en las patas. También mencionan que las hembras tienen alas y abdomen más desarrollado que los machos; y que las hembras son de mayor tamaño que los machos. Las avispas localizan pupas de dípteros para ovipositar, las taladran para colocar los huevos en su interior (Brodeur & Boivin, 2004). Dentro de la pupa las fases inmaduras se alimentan de los restos de fluidos del insecto infestado y se desarrollan hasta alcanzar la fase adulta. El ciclo de vida de *N. vitripennis* está determinado por el tipo de hospedador (Urriaga Villegas & Saloña Bordas, 2015), es decir, en algunas pupas de ciertos hospederos

encuentra propiedades favorables para acelerar su desarrollo. Una característica de esta avispa es que puede ovipositar las pupas hasta 60 veces, ya sea la misma avispa o entre varias. *N. vitripennis* es haplodiploide (Urriaga Villegas & Saloña Bordas, 2015), esto significa que el sexo lo determina una combinación de los cromosomas. Los machos son haploides y las hembras diploides. Los machos nacen de huevos no fertilizados, caso contrario para las hembras que provienen de huevos fértiles (Bertossa et al., 2010). Un experimento desarrollado por Proença et al., (2024) muestra que el ciclo de *N. vitripennis* es de 15 d. Con los estadios siguientes: día 1, huevo de forma elíptica; día 2 al 6, larva; día 7, prepupa; día 8 al 13, pupa; día 14, adulto; día 15, emergencia de adultos. Para que este ciclo se cumpla en los tiempos indicados, depende de cinco elementos fundamentales (Harvey & Gols, 1998; Husni et al., 2001; Bertossa et al., 2010 y Xia et al., 2020), tipo de hospedero (tamaño de pupa), temperatura (25°C), luz (16 h), oscuridad (8 h) y humedad relativa (60%).

Tipos de hospedadores: La *N. vitripennis* es una avispa parasitoide de tipo generalista (Davies & Tauber, 2015) y (University of Rochester, 2017), es decir, que oviposita en pupas de diferentes insectos pero con cierta preferencia por los del orden Díptera. En el Cuadro 1, se presenta una compilación de investigaciones realizadas con *N. vitripennis* con énfasis en los tipos de hospedadores utilizados en los trabajos experimentales. Esta compilación se realizó con el propósito de conocer cuáles son los hospedadores que se han identificado y estudiado en *N. vitripennis*. En principio se debe destacar que los hospedadores utilizados en los experimentos con *N. vitripennis* son pupas de insectos del orden Díptera, donde predomina la mosca de la casa, mosca de la carne y mosca de las aves. Otro elemento importante es el lugar donde se realizaron los trabajos, donde destaca Estados Unidos de América, Alemania, Países Bajos. Canadá, Brasil y España.

Aunque *N. vitripennis* es un parasitoide generalista al realizar la revisión de literatura no se logró obtener algún otro tipo de hospedador diferente al orden Díptera. La avispa generalista, no tiene preferencia por algún hospedero en particular, pero oviposita a pupas de diversas moscas (más de 60 especies)(Brodeur & Boivin, 2004), (Marchiori, 2004) y (Proença et al., 2024) que se encuentran en nidos externos de aves que habitan en cuevas y en cadáveres en descomposición (Mair & Ruther, 2019).

Beneficios de *Nasonia vitripennis*: La avispa *N. vitripennis* es una de las especies más estudiadas en el Orden Himenóptera (Cornell & Pimentel, 2013). Se ha utilizado para responder interrogantes en el control biológico de diferentes tipos de dípteros. Su participación en el control biológico de moscas como: las carroñeras o de la carne (*Sarcophaga spp.*, Rivers et al., 2000), los que dañan a frutos (*Drosophila melanogaster*, Rivers & Denlinger, 1995), las de casa habitación (*Musca domestica*, Cornell & Pimentel, 2013), las que atacan a las aves silvestres en sus nidos externos y en cuevas (*Protocalliphora spp.*), las que atacan a los pollos en granjas (*Protocalliphora azurea*, Garrido-Bautista et al., 2020). Todas estas actividades son de gran importancia económica donde se aplican programas de control biológico en países como Estados Unidos de América, Brasil, Alemania, España y Países Bajos. En Estados Unidos de América se han desarrollado programas donde se tienen criaderos artificiales de *N. vitripennis* para su liberación en el control de moscas nocivas en granjas agrícolas y ganaderas (Cornell & Pimentel, 1978; Daoust et al., 2012 y

Urriaga & Saloña, 2015). Una actividad importante en entomología es la forense, en ella se llevan a cabo diversas actividades de colecta e identificación de insectos presentes en los cuerpos post mortem, se revisan estados maduros e inmaduros de los insectos y con esto permite determinar momentos de la muerte. Una especie que es común encontrarse en los cadáveres son las moscas *Calliphora spp.* y en las pupas de esta mosca *N. vitripennis* deposita sus huevos (Urriaga & Saloña, 2015). Por esta selección de la avispa por pupas de moscas de la carne es que ha tomado un papel importante en los procesos judiciales forenses. Este parasitoide tiene algunas cualidades que la hacen un insecto adecuado para trabajos de laboratorio; tamaño pequeño, de fácil manejo, inofensiva al ser humano, ciclo de vida corto y las larvas en desarrollo se pueden criar preservar por periodos de tiempo largo (Urriaga & Saloña, 2015) y (University of Rochester, 2017). También se ha utilizado en estudios de genética básica, molecular y evolutiva (Loehlin *et al.*, 2010).

Otros hospedadores: Este hallazgo de *N. vitripennis* en pupas de *Lasioderma serricorne*, confirma que la avispa es cosmopolita y generalista. Pero con una variante, que ahora no seleccionó las pupas de díptero, sino de coleóptero. Debe indicarse que, a diferencia de los dípteros, en las pupas de *Lasioderma* solo deposita un huevo y que podría deberse al tamaño pequeño de la pupa. La presencia del parasitoide en otros insectos que no sean dípteros ya se reportó, aunque sin confirmar. Sin embargo, en el estudio de (Sihdu & Edgington, 2025), se menciona que los escarabajos como los gorgojos tienen parasitoides naturales que incluye las avispas de la familia Pteromalidae, Eurytomidae y Bethyridae. También Proença *et al.*, (2024) reportan que *N. vitripennis* está distribuida por todo el mundo y tiene más de 60 dípteros hospedadores, así como algunos artrópodos, incluyendo las garrapatas (subclase *Acari*). En los establos están presentes algunas moscas que dañan al ganado. Especies como *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Muscina stabulans*, *Fannia canicularis*, *Opyra spp.*, *Musca autumnalis*, *Haematobia irritans* y *Hydrataea irritans* (Occi, 2008). En estos ambientes de cría de ganado se encuentra a *N. vitripennis* ovipositando en pupas de estas moscas (University of Rochester, 2017).

Atrayentes del parasitoide: La evidencia científica muestra que solamente se han estudiado pupas de moscas como hospedadores. Ante este comportamiento del parasitoide, la pregunta que surge al respecto es, ¿Cuáles son los mecanismos que atraen a *N. vitripennis* hacia los hospederos? Al respecto en el estudio de Frederickx *et al.*, (2014), se encontró que las antenas de *N. vitripennis* es el órgano que detecta los semioquímicos y/o kairomonas, principalmente de la carne en descomposición. Y particularmente, las kairomonas identificadas son el ácido butanóico y el butan-1-ol a dosis de 1 ng para el ácido butanóico y 10 ng para el butan-1-ol. En el mismo estudio de Frederickx *et al.*, (2014) se identificó que los compuestos sulfurosos como metildisulfanilmetano se liberan de la carne en descomposición y atraen moscas y escarabajos, pero no así para *Nasonia*. Sin embargo, las kairomonas y semioquímicos las producen hospedadores vivos (Peters, 2011) y estas son reconocidas por *N. vitripennis* como atrayentes. Entonces, para nuestro estudio las pupas de *Lasioderma serricorne*, podrían estar liberando este tipo de atrayentes, explicando la presencia del parasitoide.

CONCLUSIONES

El parasitoide de pupas de *Lasioderma serricorne* es un Himenóptero de la familia Pteromalidae cuyo nombre científico es *Nasonia vitripennis*. La acción parasitoide de *Nasonia vitripennis* en las pupas de *Lasioderma* abre la línea de investigación para utilizar esta avispa en programas de control biológico del gorgojo.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

REFERENCIAS

- Arija, C. M. (2012). Taxonomía, Sistemática y Nomenclatura, herramientas esenciales en Zoología y Veterinaria. *Revista Electronica de Veterinaria*, 13(7).
- Barbosa, L. S., Couri, M. S., & Aguiar Coelho, V. M. (2008). Development of *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) in pupae of *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae), using different densities of parasitoid. *Biota Neotropica*, 8(1), 49–54. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000100005>
- Bertossa, R. C., van Dijk, J., Beersma, D. G., & Beukeboom, L. W. (2010). Circadian rhythms of adult emergence and activity but not eclosion in males of the parasitic wasp *Nasonia vitripennis*. *Journal of Insect Physiology*, 56(7), 805–812. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.02.008>
- Brodeur, J., & Boivin, G. (2004). Functional Ecology of Immature Parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 49, 27–49. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061703.153618>
- Castillo, M. (2001). Principales Especies Del Orden Hymenoptera Presentes En Carroña De Cerdos En La Comarca De La Litera (Huesca). *ZAPATERI Revta. Aragon. Ent.*, 9, 89–92.
- Cobb, B. A., & Gibson, J. D. (2023). Mortality in Interspecific Hybrids of *Nasonia vitripennis* and *Nasonia giraulti* (Hymenoptera: Pteromalidae)1. *Journal of Entomological Science*, 58(4), 381–387. <https://doi.org/10.18474/JES23-35>
- Cornell, H., & Pimentel, D. (1978). Switching in the Parasitoid *Nasonia Vitripennis* and Its Effects on Host Competition. *Ecology*, 59(2), 297–308. <https://doi.org/10.2307/1936375>
- Cornell, H., & Pimentel, D. (2013). Switching in the Parasitoid *Nasonia Vitripennis* and Its Effects on Host Competition Author (s): Howard Cornell and David Pimentel Published by : Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1936375> . SWITCHING IN THE PARASITOID. *Ecology*, 59(2), 297–308.
- Daoust, S. P., Savage, J., Whitworth, T. L., Bélisle, M., & Brodeur, J. (2012). Diversity and abundance of ectoparasitic blow flies *Protocalliphora* (Diptera: Calliphoridae) and their *Nasonia* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitoids in tree swallow nests within agricultural lands of southern Québec, Canada. *Annals of the Entomological Society of America*, 105(3), 471–478. <https://doi.org/10.1603/AN11155>
- Darling, D. C., & Werren, J. H. (1990a). Biosystematics of *Nasonia* (Hymenoptera: Pteromalidae): Two New Species Reared from Birds' Nests in North America. In *Annals of the Entomological Society of America* (Vol. 83, Issue 3, pp. 352–370). <https://doi.org/10.1093/aesa/83.3.352>

- Darling, D. C., & Werren, J. H. (1990b). Biosystematics of *Nasonia* (Hymenoptera: Pteromalidae): Two New Species Reared from Birds' Nests in North America. *Annals of the Entomological Society of America*, 83(3), 352–370. <https://doi.org/10.1093/aesa/83.3.352>
- Davies, N. J., & Tauber, E. (2015). WaspAtlas: A *Nasonia vitripennis* gene database and analysis platform. *Database*, 2015(1), 1–7. <https://doi.org/10.1093/database/bav103>
- de mosca doméstica Autor, A., & Occi, J. (2008). *Ficha técnica Ica Pae 10: control de las moscas en los establos*. 1–8. http://pae.gencat.cat/web/conten/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxius/pae_fitxa10_es_p.pdf
- Frederickx, C., Dekeirsschietter, J., Verheggen, F. J., & Haubruge, E. (2014). Host-habitat Location by the Parasitoid, *Nasonia vitripennis* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Forensic Sciences*, 59(1), 242–249. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12267>
- Gadau, J., Page, R. E., & Werren, J. H. (2002). The genetic basis of the interspecific differences in wing size in *Nasonia* (Hymenoptera; Pteromalidae): Major quantitative trait loci and epistasis. *Genetics*, 161(2), 673–684. <https://doi.org/10.1093/genetics/161.2.673>
- Garrido-bautista, J., & Moreno-rueda, G. (2019). *Variación en el parasitismo de la mosca Protocalliphora azurea por la avispa parasitoide Nasonia vitripennis*. November. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19264.89601>
- Garrido-Bautista, J., Moreno-Rueda, G., Baz, A., Canal, D., Camacho, C., Cifrián, B., Nieves-Aldrey, J. L., Carles-Tolrá, M., & Potti, J. (2020). Variation in parasitoidism of *Protocalliphora azurea* (Diptera: Calliphoridae) by *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera: Pteromalidae) in Spain. *Parasitology Research*, 119(2), 559–566. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06553-x>
- Graham, M. W. R. de V. (Marcus W. R. de V. (n.d.). The Pteromalidae of north-western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology. Supplement*, 16, 1–908. <https://www.biodiversitylibrary.org/part/258046>
- Groothuis, J., Pfeiffer, K., el Jundi, B., & Smid, H. M. (2019). The Jewel Wasp Standard Brain: Average shape atlas and morphology of the female *Nasonia vitripennis* brain. *Arthropod Structure and Development*, 51, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.asd.2019.100878>
- Hardy, K., Brand-miller, J., Brown, K. D., Thomas, M. G., Brand-miller, J., & Copeland, L. (2015). of Biology. *The Quarterly Review of Biology*, 90(3), 251–268.
- Harvey, J. A., & Gols, G. J. Z. (1998). The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoparasitoid, *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Bulletin of Entomological Research*, 88(3), 299–304. <https://doi.org/10.1017/s0007485300025906>
- Holditch, Z. G., Ochoa, K. N., Greene, S., Allred, S., Baranowski, J., & Shuster, S. M. (2022). Sperm Limitation Produces Male Biased Offspring Sex Ratios in the Wasp, *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Insect Science*, 22(3). <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieac032>
- Husni, Kainoh, Y., & Honda, H. (2001). Effects of host pupal age on host preference and host suitability in *Brachymeria lasus* (Walker) (Hymenoptera: Chalcididae). *Applied Entomology and Zoology*, 36(1), 97–102. <https://doi.org/10.1303/aez.2001.97>
- Kalyanaraman, D., Gadau, J., & Lammers, M. (2021). The generalist parasitoid *Nasonia vitripennis* shows more behavioural plasticity in host preference than its three specialist sister species. *Ethology*, 127(11), 964–978. <https://doi.org/10.1111/eth.13217>
- Loehlin, D. W., Enders, L. S., & Werren, J. H. (2010). Evolution of sex-specific wing shape at the widerwing locus in four species of *Nasonia*. *Heredity*, 104(3), 260–269. <https://doi.org/10.1038/hdy.2009.146>
- Loehlin, D. W., Oliveira, D. C. S. G., Edwards, R., Giebel, J. D., Clark, M. E., Cattani, M. V., Van De Zande, L., Verhulst, E. C., Beukeboom, L. W., Muñoz-Torres, M., & Werren, J. H. (2010). Non-coding changes cause sex-specific wing size differences between closely related species of *Nasonia*. *PLoS Genetics*, 6(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1000821>
- Mair, M. M., & Ruther, J. (2019). Chemical ecology of the parasitoid wasp genus *Nasonia* (Hymenoptera, Pteromalidae). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7(May). <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00184>
- Marchiori, C. H. (2004). *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitoide de dípteros muscóides coletado em Itumbiara, Goiás. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56(3), 422–424. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000300024>
- Milward-de-Azevedo, E. M. V., Serafin, I., Piranda, E. M., & Gulias-Gomes, C. C. (2004). Desempenho reprodutivo de *Nasonia vitripennis* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas crioconservadas de *Chrysomya megacephala* Fabricius (Diptera: Calliphoridae): avaliação preliminar. *Ciência Rural*, 34(1), 207–211. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782004000100032>
- Pachés Giner, M. A. (2019). Sistema de clasificación de los seres vivos. *Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente*, 1–8. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/118401/Pachés](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/118401/Pachés%20-%20Sistema%20de%20clasificación%20de%20los%20seres%20vivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ◆s - Sistema de clasificación de los seres vivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peters, R. S. (2011). Two ways of finding a host: A specialist and a generalist parasitoid species (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). *European Journal of Entomology*, 108(4), 565–573. <https://doi.org/10.14411/eje.2011.073>
- Pipit Muliayah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, T. (2020). 濟無No Title No Title No Title. *Journal GEEJ*, 7(2).
- Proença, B., de Castro Ribeiro, A., Maia, V. C., Couri, M. S., & Aguiar, V. M. (2024). Development time and morphological characterization of immature stages of *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) in host pupae of *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 68(3), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2023-0033>
- Raychoudhury, R., Desjardins, C. A., Buellesbach, J., Loehlin, D. W., Grillenberger, B. K., Beukeboom, L., Schmitt, T., & Werren, J. H. (2010). Behavioral and genetic characteristics of a new species of *Nasonia*. *Heredity*, 104(3), 278–288. <https://doi.org/10.1038/hdy.2009.147>
- Rivers, D. B., & Denlinger, D. L. (1995). Fecundity and development of the ectoparasitic wasp *Nasonia vitripennis* are dependent on host quality. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 76(1), 15–24. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1995.tb01942.x>
- Rivers, D. B., Lee, R. E., & Denlinger, D. L. (2000). Cold hardiness of the fly pupal parasitoid *Nasonia vitripennis* is enhanced by its host *Sarcophaga crassipalpis*. *Journal of*

- Insect Physiology*, 46(1), 99–106.
[https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(99\)00106-7](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(99)00106-7)
- Silveira, G. A. R., Madeira, N. G., Azeredo-Espin, A. M. L. de, & Pavan, C. (1989). Levantamento de microhimenópteros parasitóides de dípteros de importância, médico-veterinária no Brasil. In *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* (Vol. 84, Issue suppl 4, pp. 505–510).
<https://doi.org/10.1590/s0074-02761989000800089>
- morphology in the parasitoid wasp *Nasonia vitripennis*: hosts increase sibling similarity. *Heredity*, 125(1–2), 40–49. <https://doi.org/10.1038/s41437-020-0318-8>

- University of Rochester, D. of B. (2017). *Nasonia Biology*. 1–6. <http://www.rochester.edu/College/BIO/labs/WerrenLab/WerrenLab-NasoniaBiology.html>
- Urtiaga Villegas, A., & Saloña Bordas, M. I. (2015). Desarrollo a distintas temperaturas de *Nasonia Vitripennis* (Hymenoptera : Pteromalidae) en *Calliphora Vicina* (Diptera : Calliphoridae) Y su uso potencial en entomología. *Ciencia Forense*, 12(December), 179–196.
- Xia, S., Pannebakker, B. A., Groenen, M. A. M., Zwaan, B. J., & Bijma, P. (2020). Quantitative genetics of wing