




Contribución al conocimiento e identificación molecular de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Agraulis vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae) en cultivos de *Passiflora edulis* (Platae: Passifloraceae) en Panamá

Contribution to the knowledge and molecular identification of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of *Agraulis vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae) in *Passiflora edulis* (Platae: Passifloraceae) crops in Panama



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

*Autor corresponsal:

 Alonso Santos-Murgas
santosmurgasa@gmail.com

ALONSO SANTOS-MURGAS^{1,2*} , LUIS A. JAEN³ 

Cómo citar:

Santos-Murgas, A., Jaen, L. (2025)
Contribución al conocimiento e identificación molecular de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Agraulis vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae) en cultivos de *Passiflora edulis* (Platae: Passifloraceae) en Panamá. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 41, 1–10.

¹Universidad de Panamá, Museo de Invertebrados G.B. Fairchild, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología, Ciudad de Panamá, Panamá.

²Estación Científica Coiba (Coiba-AIP), Cleyton, Calle Gustavo Lara, Ciudad del Saber, Panamá.

³Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Genética y Biología Molecular, Ciudad de Panamá, Panamá.

10.21829/azm.2025.4112738
elocation-id: e4112738

Editor responsable: Trevor Williams

Recibido: 12 febrero 2025
Aceptado: 09 junio 2025
Publicado: 10 julio 2025



RESUMEN. El presente trabajo aporta información sobre la biología, ecología e identificación molecular de la avispa *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un parasitoide primario, gregario y polífago, no nativo de pupas de Lepidoptera, especialmente en *Agraulis vanillae* (L., 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) en cultivos de traspatio de *Passiflora edulis* Sims, 1818 (Platae: Passifloraceae) en Panamá. Mediante el análisis de secuencia del gen 28S rDNA, se determinó una alta similitud genética con secuencias previamente registradas en GenBank. Estos resultados confirman la presencia de *T. diatraeae* en Panamá, y se reporta un nuevo hospedador para este parasitoide, sugiriendo su posible introducción de países vecinos y su establecimiento en nuestro país. Se utilizó el método Neighbor-Joining para construir árboles filogenéticos, que revelaron una estrecha relación con otras especies de la familia Eulophidae. Este estudio subraya la importancia de combinar herramientas taxonómicas para identificar con precisión especies de insectos invasores que pueden afectar a la agricultura de la región y a la entomofauna nativa.

Palabras clave: cultivos de traspatio; fauna nativa; especie exótica; análisis filogenético; genes mitocondriales

ABSTRACT. This study provides information on the biology, ecology and molecular identification of the wasp *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a non-native, gregarious and polyphagous primary parasitoid of lepidopteran pupae, especially *Agraulis vanillae* (L., 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) infesting backyard crops of *Passiflora edulis* Sims, 1818 (Platae: Passifloraceae) in Panama. Through sequence analysis of the 28S rDNA gene, a high similarity with sequences previously recorded in GenBank was determined. These results confirm the presence of *T. diatraeae* in Panama, and a new host for this parasitoid is reported, suggesting its possible introduction from neighboring countries and its establishment in our country. The Neighbor-Joining method was used to construct phylogenetic trees, which revealed a close relationship with other species of the Eulophidae family. This study underlines the importance of combining taxonomic tools to accurately identify invasive insect species that may affect the region's agriculture and the native entomofauna.

Key words: backyard crops; native fauna; exotic species; phylogenetic analysis; mitochondrial genes

INTRODUCCIÓN

Los insectos parasitoides se encuentran entre los enemigos naturales más comunes de la clase Insecta, en particular de las avispas de las familias Aphelinidae, Braconidae, Encyrtidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Trichogrammatidae y Eulophidae del orden Hymenoptera, que también son los parasitoides más utilizados en el control biológico de plagas (Van Driesche & Bellows, 1996; Favero *et al.*, 2023).

Trichospilus Ferriere, 1930 es un género pequeño de Eulophidae de la tribu Eulophini, con nueve especies descritas (Ferrière, 1930; Cherian & Margabandhu, 1942; Boucek, 1976; Zhu *et al.*, 2002; Zaché *et al.*, 2010; Narendran, 2011). De éstas, tres fueron reportados de África (*Trichospilus boops* Boucek, 1976; *Trichospilus ferrierei* Boucek, 1976 y *Trichospilus vorax* Boucek, 1976); mientras que *Trichospilus lutelineatus* (Liao, 1987) se encontró en Zhejiang, China (Noyes, 2003). *Trichospilus*

striatus Ubaidillah, 2006 y *Trichospilus politus* Ubaidillah, 2006, fueron descritas en Java y Sulawesi, Indonesia (Ubaidillah, 2006). En las áreas tropicales y subtropicales de África, Asia y América se encuentran dos especies, *Trichospilus pupivorus* Ferriere, 1930 y *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942, (Boucek, 1976; Noyes, 2003; Zaché *et al.*, 2010) y finalmente, *Trichospilus hayati* Narendran, 2011, es registrada en India (Narendran, 2011).

El parasitoide pupal *T. diatraeae* de origen asiático es gregario, de hábito polífago, y con alta incidencia en lepidópteros. Su primer reporte se realizó en el barrenador de la caña, *Diatraea venosata* Walker 1863 (Lepidoptera: Pyralidae) en 1942 (Bennett *et al.*, 1987; Ribeiro *et al.*, 2019). Esta avispa ha sido utilizada en el control biológico de plagas en diferentes países (Noyes, 2003). La mariposa *Agraulis vanillae* afecta a una gran variedad de especies de plantas, como cultivos agrícolas de cucurbitáceas, algodón, eucalipto, maíz, pastos, soja y caña de azúcar (Boucek, 1976; Oliveira *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2015; Zaché *et al.*, 2010).

Se ha evaluado el parasitismo de *T. diatraeae* en diferentes hospederos durante su desarrollo pupal, entre estos a *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebidae), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797), *Heliothis virescens* Fabricius, 1781 (Lepidoptera: Noctuidae) (Paron & Berti-Filho, 2000; Andrade *et al.*, 2010); *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), *Hylesia paulex* Hübner, 1820 Erebidae (Paron & Berti-Filho, 2000) y Oecophoridae (Oliveira *et al.*, 2001). (Lepidoptera: Satuniidae) (Pastori *et al.*, 2012) y *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) (Zaché *et al.*, 2012; Ferreira Calado *et al.*, 2014).

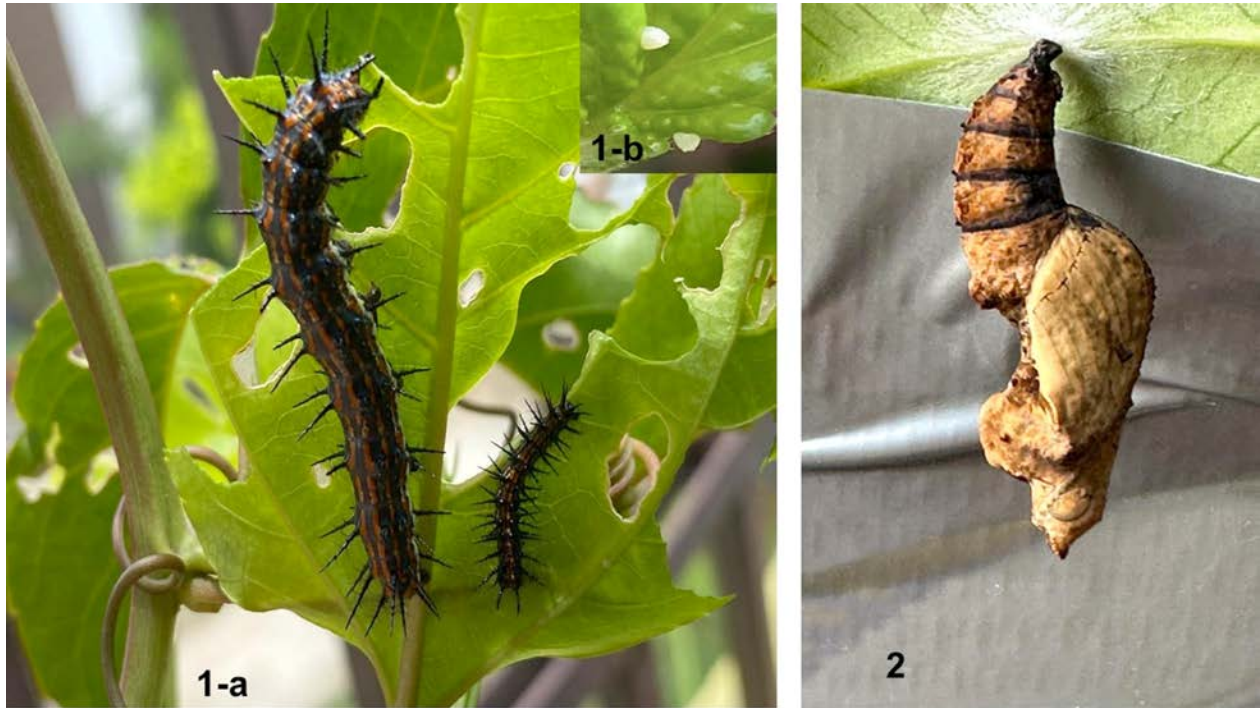
La familia Passifloraceae cuenta con aproximadamente 70 géneros y 750 especies. El género más importante de esta familia es *Passiflora*, con unas 360 especies. Se distribuye principalmente en América tropical y subtropical, y 22 especies se encuentran en el sur de Asia, Australia y Oceanía (Feuillet & MacDougal, 2007). Actualmente 40 países utilizan el maracuyá en el campo comercial para satisfacer la demanda interna. Existen diferentes variedades de maracuyá, el maracuyá amarillo y púrpura. El cultivo de maracuyá se ha convertido en un fruto de alto consumo y es por esto la importancia de mejorar la producción, en toneladas por hectárea, el tamaño del fruto, peso, los grados brix (azúcares), la precocidad y la resistencia al virus causante de la malformación, conocido como el virus de noni y los insectos plagas de este rubro agrícola (Velasteguí-López & Guamán-Rodríguez, 2017).

El hospedero (pupas) de *T. diatraeae*, la mariposa *A. vanillae* es una especie llamativa, con alas de color naranja brillante relativamente grandes, perteneciente a la familia Nymphalidae y subfamilia Heliconiinae. Entre sus nombres comunes se encuentran mariposa de manchas plateadas, mariposa pasionaria motas blancas, espejitos, mariposa de espejos, nacarada del golfo, pasionaria moteada, ala larga vanillae, borboleta-paixão, borboleta-pingos-de-prata en América del Sur y Central, y Gulf fritillary (eng.) en Estados Unidos (Daniels, 2009). Las larvas son herbívoras y se alimentan únicamente de plantas del género *Passiflora*. Las mariposas adultas se alimentan de néctar de muchas flores, incluidas las plantas de *Lantana*, *Glandularia* y algunas asclepiadáceas. *Agraulis vanillae* tiene la capacidad de aprender, asociando la coloración de algunas flores (*Glandularia* sp.) con una alta recompensa de néctar (Lamas, 2004). Las pupas en forma y apariencia pueden variar tanto en color como en tamaño. La duración promedio del estado de pupa en esta especie es de aproximadamente de 7 a 12 días, dependiendo de la temperatura del ambiente (Daniels, 2009).

El presente trabajo tiene como objetivo aportar información biológica, ecológica e identificación con herramientas moleculares de *T. diatraeae* en Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y procedimientos de campo. El área de estudio correspondió al Residencial Las Villas de Arraiján, provincia de Panamá Oeste, República de Panamá (8°56'19.25" N, 79°44'5.85" O). La investigación es de naturaleza descriptiva y exploratoria. Se realizaron 10 visitas mensuales en el sitio (enero a noviembre 2024), revisándose dos individuos de las plantas "maracuyá" *Passiflora edulis* Sims, 1818 (Platae: Passifloraceae), así como la vegetación aledaña y se llevó un registro fotográfico de todas las etapas de desarrollo observadas de los insectos. Se recolectaron 38 larvas de *A. vanillae* (Figs. 1 a-b. 2). Las larvas fueron recolectadas durante su último estadio larval y se colocaron de manera individual en contenedores, para que terminaran su desarrollo. Todos los especímenes parasitoides que emergieron de las pupas fueron colocadas en viales de vidrio con alcohol etílico al 70%, los cuales fueron debidamente etiquetados con la información de colecta para su preservación e identificación.



Figuras 1–2. 1-a Huevos de *A. vanillae*, 1-b Larva de *A. vanillae*. 2 pupa de *A. vanillae*, no parasitada.

Para la identificación de los insectos se utilizó un estereoscopio Leica M205® en el Laboratorio de Entomología Sistemática del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Universidad de Panamá; consultándose, además, los trabajos de Chacón y Montero (2007), para comparar caracteres morfológicos y revisar la distribución conocida de *A. vanillae*. Para la identificación del parasitoide *T. diatraeae* se utilizó la clave de Zaché *et al.* (2011). Para la identificación de la planta *P. edulis* se utilizó al Herbario de la Universidad de Panamá.

El material biológico se encuentra depositado en la Colección Nacional de Referencia del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, de la Universidad de Panamá (MIUP-UP) con número de

registro *T. diatraeae* MIUP-HEU-0001-2024 al MIUP-HEU-0254-2024 y para *Agraulis vanillae* MIUP-LN-0001-2023 al MIUP-LN-0005-2023.

Extracción, amplificación y secuenciación del ADN. El ADN genómico de las muestras se obtuvo del cuerpo del insecto utilizando un kit NucleoSpin DNA Insect (Macherey-Nagel, Allentown, PA, EUA), siguiendo las indicaciones del fabricante.

Para la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), se seleccionó el gen de las regiones 28S rDNA. Los cebadores para la amplificación por PCR del gen 28S rDNA se tomaron de Whiting et al. (1997). Las reacciones de PCR se llevaron a cabo siguiendo el protocolo de Murphy et al., (2007) en volúmenes de reacción de 50 µL utilizando el kit GoTaq® Green Master Mix (Promega, Madison, WI, EUA). Los productos de PCR obtenidos fueron secuenciados con el kit BigDye Terminator v3.1 (Applied Biosystems, Waltham, MA, EUA), siguiendo las indicaciones del fabricante.

En la reacción de secuenciación se emplearon 5 picomoles del conjunto de cebadores mencionados y se añadieron 40 ng del producto amplificado. Posteriormente, se realizó la electroforesis capilar de los productos secuenciados, que fueron analizados con el analizador genético 3500XL (ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, EUA). La edición de los electroferogramas y la identificación de los insertos se efectuaron utilizando el software UGENE. (Okonechnikov et al., 2012). Las secuencias obtenidas se compararon con secuencias depositadas en el GenBank del National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), utilizando el programa Blastn (Altschul et al., 1990) para posteriormente realizar los análisis filogenéticos en el software MEGA 11 (Tamura et al., 2021).

RESULTADOS

De las 10 visitas realizadas al sitio de estudio, se recolectaron 38 larvas de *A. vanillae* que se encontraron a una altura de 5 m del suelo, de las cuales, cinco pupas estaban parasitadas (Fig. 3) lo que representa el 7.6 % del total de los individuos recolectados.

Los parasitoides fueron identificados como *Trichospilus diatraeae* (Fig. 4 a-b). Estudios anteriores tienen informes de *T. diatraeae* como parasitoide de pupas de varias especies de diferentes familias de lepidópteros, incluidas especies de plagas agrícolas de importancia económica de las familias Bombycidae, Crambidae, Erebidae, Geometridae, Noctuidae, Oecophoridae, Riodinidae y Saturniidae. En este trabajo reportamos a *A. vanillae* de la familia Nymphalidae, como el primer reporte como hospedero de *T. diatraea* en esta familia de lepidópteros.

El parasitismo de pupas de *A. vanillae* por *T. diatraeae* demuestra la capacidad del parasitoide en aceptar y adaptarse a anfitriones diferentes y se confirma que es un parasitoide primario, gregario y polífago, no nativo de Lepidoptera.

Con las secuencias de ADN del marcador molecular gen del 28S rDNA, se realizó una búsqueda con la herramienta Blastn para identificar similitudes y diferencias entre las secuencias. La secuencia del gen 28S rDNA reveló un nivel de homología del 93.38% con la secuencia JN623626.1 depositada en GenBank. Este marcador mostró un nivel significativo de concordancia con las secuencias de ADN de *Trichospilus* sp. El número de acceso en GenBank de la secuencia de *T. diatraeae* es: PQ656104.



Figuras 3–4. Pupa de *A. vanillae*, parasitada. 4-a Vista dorsal de *Trichospilus diatraeae*. 4-b Vista lateral de *Trichospilus diatraeae*.

Análisis filogenético. Para el análisis filogenético se alineó la secuencia obtenida del marcador 28sDNA con 18 secuencias del GenBank, para posteriormente realizar un árbol filogenético (Fig. 5). En la misma se muestra el árbol óptimo, sobre las ramas se muestra el porcentaje de árboles replicados en los que los taxones asociados se agruparon en la prueba bootstrap (1000 réplicas) (Felsenstein, 2009). Las distancias evolutivas se calcularon utilizando el método de Tamura de 3 parámetros (Tamura, 1992) y están en unidades del número de sustituciones de bases por sitio. La variación de la tasa entre sitios se modeló con una distribución gamma (parámetro de forma = 1). Este análisis incluyó 17 secuencias de nucleótidos relacionados a la familia Eulophidae donde se encuentra *T. diatraeae* y dos secuencias de la familia Aphelinidae como out-group. Las posiciones de codones incluidas fueron 1^a+2^a+3^a+No codificante. Se eliminaron todas las posiciones ambiguas de cada par de secuencias (opción de eliminación por pares). El conjunto de datos final contenía un total de 449 posiciones. La muestra de *Trichospilus* sp. PAN se incluye dentro del grupo de especies de *Trichospilus diatraeae* con un alto nivel de parentesco en el género a nivel molecular y con apoyo del análisis taxonómico.

DISCUSIÓN

Es fundamental resaltar la relevancia de integrar estas secuencias de ADN de parasitoides en bases de datos genéticas, dado que la cantidad de secuencias actualmente depositadas en dichas bases es limitada. Estudios realizados por Calado *et al.* (2014) con *T. diatraeae* reportaron sus características biológicas con dos hospederos, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) y *D. saccharalis* en laboratorio y presentaron el desarrollo reproductivo satisfactorio en diferentes aspectos incluyendo parasitismo, emergencia, progenie por pupa, proporción de sexos, longevidad de hembras y machos; lo que demuestra la habilidad de este parasitoide para

adaptarse a diferentes huéspedes, como lo hemos encontrado en un nuevo hospedero de la familia Nymphalidae.

Con esta información biológica sobre *T. diatraeae* consideramos que este parasitoides podría ser considerado para establecer y criar como agente de control biológico en el laboratorio o en biofábricas, para el control de otras posibles lepidópteros plagas de cultivos agrícolas.

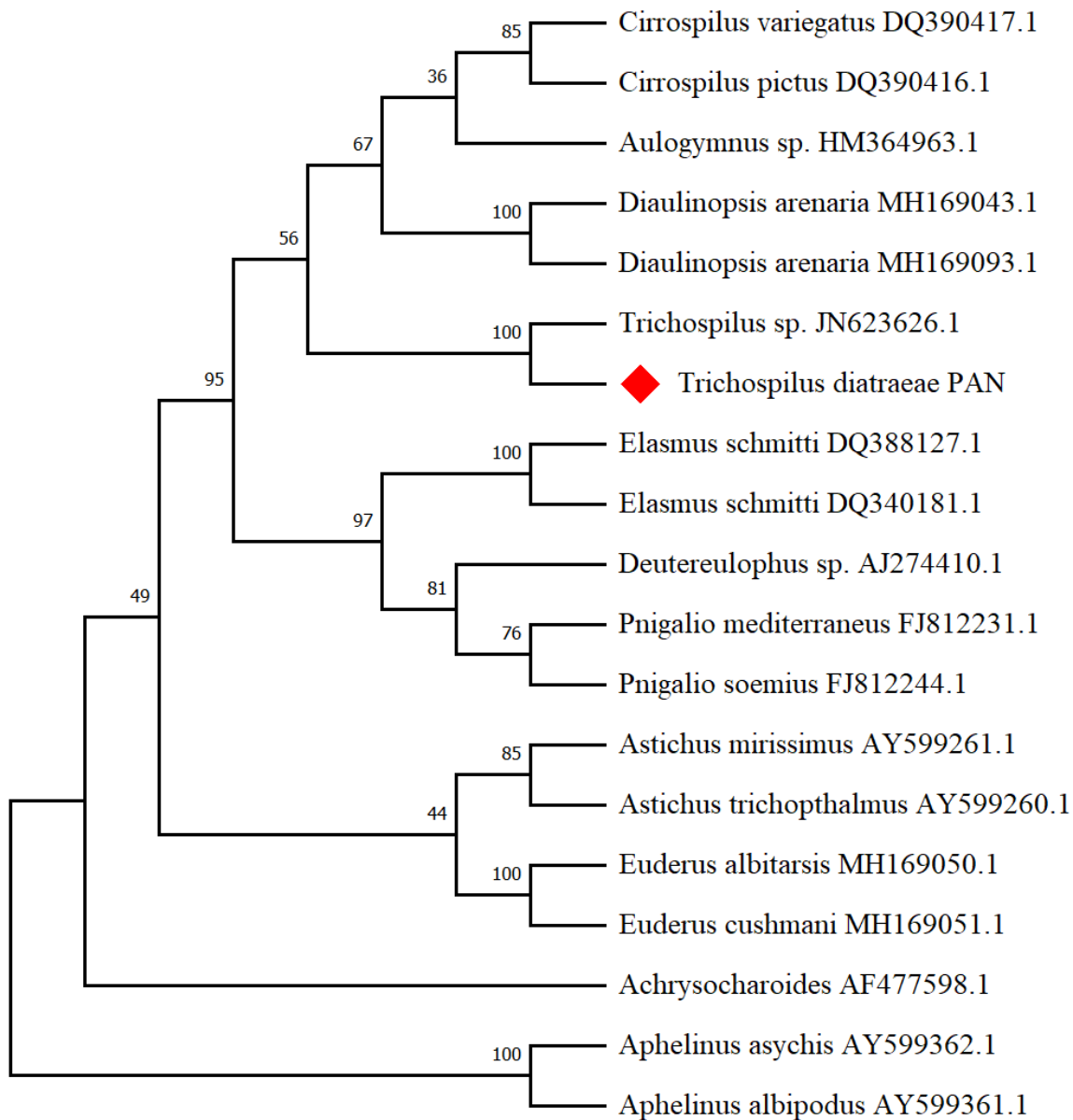


Figura 5. Árbol filogenético resultado del análisis de secuencias del gen 28S rDNA y la secuencia de *Trichospilus diatraeae* PAN marcada en rojo.

LITERATURA CITADA

- Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W., Lipman, D. J. (1990) Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215(3), 403–410.
[https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)
- Andrade, G. S., Serrão, J. E., Zanuncio, J. C., Zanuncio, T. V., Leite, G. L. D., Polanczyk, R. A. (2010) Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. *PLoS One*, 5(10), 13231.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0013231>. PMID: 20975929.
- Bennett, F. D., Glenn, H., Yaseen, M., Baranowski, R. M. (1987) Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. *Florida Entomologist*, 70, 184–186.
- Boucek, Z. (1976) The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). *Bulletin of Entomological Research*, 65, 669–681.
- Calado, V. R. F.; Pereira, F. F.; Vargas, E. L.; Glaeser, D. F.; Oliveira, F. G. (2014). Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biotemas*, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 71–77.
- Cherian, M. C., Margabandhu, V. (1942) A new species of *Trichospilus* (Hymenoptera: Chalcidoidea) from South India. *Indian Journal of Entomology*, 4, 101–102.
- Chacón, I. & J. Montero (2007). Mariposas de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Daniels, Jaret C. (2009) Gulf Fritillary Butterfly, *Agraulis vanillae* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Nymphalidae). University of Florida IFAS Extension: 423–425.
- Favero, K., Pereira, F. F., Kassab, S. O., De Oliveira, H. N., Costa, D. P., Zanuncio, J. C. (2023) Biological Characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) are Influenced by the Number of Females Exposed Per Pupa of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Florida Entomologist*, 96(2), 583–589.
<https://doi.org/10.1653/024.096.0224>
- Felsenstein, J. (2009). Confidence Limits on Phylogenies: An Approach Using the Bootstrap *Evolution* 39(4), 783–791.
<http://www.jstor.org/stable/2408678>
- Ferreira Calado, V. R., Fagundes Pereira, F., Vargas, E. L.; Glaeser, D. F., Garcia de Oliveira, F. (2014) Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biotemas*, 27 (1), 71–77.
<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n1p71>
- Ferriere, C. (1930) Notes on Asiatic Chalcidoidea. *Bulletin of Entomological Research*, 21, 353–360.
- Feuillet, C. P. G., MacDougal, J. M. (2007). Passifloraceae. En: Kubitzki, K. (eds) Flowering Plants · Eudicots. The Families and Genera of Vascular Plants, vol 9, pp. 270–281. Springer, Berlin, Alemania.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-32219-1_35.
- Fabricius, J.C. 1794: Entomologia Systematica emendata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus. 4. Hafniae, Proft. 472, [473–477] p.

- Lamas, G. (2004) Atlas of Neotropical Lepidoptera, Checklist: Part 4A, *Hesperioidea* – *Papilionoidea*. Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville, Florida, p. 439.
- Liao DX, Li XL, Pang XF, Chen TL (1987) Hymenoptera: Chalcidoidea (1). Economic Insect Fauna of China no. 34. Science Press, Beijing.
- Murphy, N. P., Carey, D., Castro, L. R., Dowton, M., & Austin, A. D. (2007). Phylogeny of the platygastroid wasps (Hymenoptera) based on sequences from the 18S rRNA, 28S rRNA and cytochrome oxidase I genes: implications for the evolution of the ovipositor system and host relationships. *Biological Journal of The Linnean Society*, 91, 653–669. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:82581222>
- Narendran, T. C. (2011) Fauna of India, Eulophinae (Hymenoptera: Eulophidae), iii+442pp. [2011]
- Noyes, J. (2003) Universal Chalcidoidea Database. <https://ucd.chalcid.org>
- Okonechnikov, K., Golosova, O., Fursov, M., Varlamov, A., Vaskin, Y., Efremov, I., German Grehov, O. G., Kandrov, D., Rasputin, K., Syabro, M., & Tleukenov, T. (2012) Unipro UGENE: A unified bioinformatics toolkit. *Bioinformatics*, 28(8), 1166–1167. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts091>
- Oliveira, H. N., Simonato, J., Glaeser, D. F. & Pereira, F. F. (2016) Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 37(1), 111–115. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n1p111>.
- Oliveira, M. A. S., Junqueira, N. T. V., Icuma, I. M.; Alves, R. T.; Oliveira, J. N. S., Andrade, G. A. (2001) Incidência de danos da broca do fruto da graviola no Distrito Federal. Planaltina: Embrapa Cerrados, Comunicado Técnico- Embrapa, 51. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/567467/1/p200245.pdf>
- Paron, M. R., Berti Filho, E. (2000) Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). *Scientia Agrícola*, 57(2), 355–358. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000200025>.
- Pastori, P. L., Pereira, F. F., Andrade, G. S., Silva, R. O., Zanuncio, J. C., Pereira, A. I. A. (2012) Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of two lepidopterans defoliators of eucalypt. *Revista Colombiana de Entomología*, 38, 91–93.
- Ribeiro, R. C., Pikart, T. G., Fouad, H. A., Parreira, M. C., Zanuncio, J. C., Soares, M. A., Castro, V. R. (2019) *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): development and reproduction in Lepidoptera palm oil pests. *Revista Brasileira de Biologia*, 79(3), 377–382. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.173211>
- Silva, I. M., Zanuncio, T. V., Pereira, F. F., Wilcken, C. F., Serrão, J. E., Zanuncio, J. C. (2015) Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in the pupae of *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) of various ages. *Florida Entomologist*, 98, (4), 1025–1029. <http://dx.doi.org/10.1653/024.098.0403>
- Tamura, K. (1992). Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G+C-content biases. *Molecular Biology and Evolution*, 9(4), 678–687. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040752>
- Tamura, K., Stecher, G., Kumar, S. (2021) MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7), 3022–3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>

- Ubaidillah R. (2006). Eulophine parasitoids of the genus *Trichospilus* in Indonesia, with the description of two new species (Hymenoptera: Eulophidae). *Entomol. Sci.* 9: 217–222.
- Van Driesche, R. G. V., Bellows, T. S. (1996) *Biological Control*. 539 pp. New York: Chapman and Hall.
- Velasteguí-López, E., Guamán-Rodríguez, M. (2017) El impacto socioeconómico de la producción del maracuyá. *Visionario Digital*, 1(2), 65–74.
<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v1i2.243>
- Walker, F. (1863). List of the specimens of lepidopterous insects in the collection of the British Museum. Part XXVIII: Tortricites & Tineites (pp. 287–561). London: Trustees of the British Museum (Natural History).
- Walker, F. (1858). List of the specimens of lepidopterous insects in the collection of the British Museum. Part XXXII: Noctuidae (pp. 148–151). London: British Museum (Natural History).
- Whiting, M.F., Carpenter, J.C., Wheeler, Q.D. & Wheeler, W.C. 1997. The Strepsiptera Problem: Phylogeny of the Holometabolous Insect Orders Inferred from 18S and 28S Ribosomal DNA Sequences and Morphology. *Systematic Biology* 46(1), 1–68.
<https://DOI: 10.1093/sysbio/46.1.1>
- Zaché, B.; Wilcken, C. F.; Zaché R. R. C., Soliman, E. P., San Román, L. (2010) *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un nuevo parasitoide de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). *Idesia (Arica)*, 28(3), 111–114.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300014>
- Zaché, B., Zaché, R. R. C., Soliman, E. P., Wilcken, C. F. (2011) Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 31, 118–121.
- Zaché, B., Zaché, R. R. C., Souza, N. M., Pogetto, M. H. F. A. D., Wilcken, C. F. (2012) Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae). *Biocontrol Science and Technology* 22, 363–366.
- Zhu, C. D., Lasalle, J., Huang, D.W. (2002) A study of Chinese *Cirrospilus* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae). *Zoological Studies*, 41, 23–46.