

Aporte Santiaguino



Aporte Santiaguino 15 (2), julio - diciembre 2022: 247-261

ISSN: 2070 – 836X; ISSN-L: 2616 - 9541

DOI: <https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n2.959>

Website: http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino



Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de Anastrepha obliqua (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de Psidium guajava L. (Myrtales: Myrtaceae)

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): larvae parasitoid of *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), in *Psidium guajava* L. fruits (Myrtales: Myrtaceae)

ALONSO SANTOS-MURGAS¹, MIGUEL A. OSORIO-ARENAS^{2,3}, JEANCARLOS ABREGO L.¹, ANETTE C. GARRIDO TRUJILLO⁴, JOSÉ RIVERA L.⁵, CARLOS RAMOS^{4,6}, ESTIBALI WILKIE⁶ Y RUBÉN COLLANTES GONZÁLEZ^{7,8}

RESUMEN

En Panamá, la información de la relación Parasitoide-*Anastrepha*-Fruto es limitada, por lo que se busca establecer líneas base de investigación para su mejor comprensión, con la finalidad de crear programas para el control biológico y manejo de esta plaga, a fin de lograr estándares

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

² Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Becario Doctoral.

³ Laboratorio de Entomología Experimental-Grupo de Investigación en Ecofisiología de Parasitoides y otros insectos (LEE-GIEP), Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

⁴ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Genética y Biología Molecular, Panamá, Panamá.

⁵ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología.

⁶ Universidad de Panamá, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Laboratorios de Biología Molecular y Celular. Ciudad de Panamá, Panamá.

⁷ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). CIA Chiriquí – Estación Experimental de Cerro Punta.

⁸ Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí – Panamá.

©Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Aporte Santiaguino de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite: Compartir - copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, Adaptar - remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Alonso Santos-Murgas, Miguel A. Osorio-Arenas, Jeancarlos Abrego L., Anette C. Garrido Trujillo, José Rivera L., Carlos Ramos, Estibali Wilkie, Rubén Collantes González.

de exportación. Se colectó un total de 43 larvas de *A. obliqua* de frutos de guayaba donde se encontró evidencia de que el parasitoide *D. areolatus* introdujo repetidas veces su ovipositor; fueron llevadas al Laboratorio de Artrópodos Venenosos del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá. Se obtuvieron un total de 40 individuos adultos de *A. obliqua*, 34 hembras y 6 machos (proporción hembra/macho 5:1) y las larvas presentaron un 93 % de sobrevivencia. También, se obtuvieron tres individuos de *D. areolatus*, de uno de los frutos de *P. guajava*, que *D. areolatus* introdujo su aguijón en el sitio de colecta. De los resultados obtenidos, se concluye que *D. areolatus* tiene potencial como agente de control biológico de *A. obliqua*, aunque requiere ser complementado con otras alternativas de manejo integrado.

Palabras clave: *Anastrepha obliqua*; *Doryctobracon areolatus*; Panamá; parasitoide; *Psidium guajava*.

ABSTRACT

In Panama, the information related to the Parasitoid-*Anastrepha*-Fruit relationship in this species is limited, so it is of high value to establish research baselines to better understand these relationships to create programs for the biological control and management of this pest and achieve export standards. A total 43 larvae of *A. obliqua* where collected from guava fruits with evidence that the parasitoid *D. areolatus* introduced its ovipositor repeatedly. The samples were taken to the Laboratory of Venomous Arthropods of the G. B. Fairchild Invertebrate Museum of the University of Panama. A total of 40 adult individuals of *A. obliqua* were obtained, 34 females and 6 males (female/male ratio of 5:1); and larvae presented a 93 % survival. Also, three individuals of *D. areolatus* were obtained from one of the fruits of *P. guajava*, where *D. areolatus* introduced its stinger, previously at the collection site. In conclusion, *D. areolatus* has potential as a biological control agent for *A. obliqua*, although it needs to be complemented with other integrated management alternatives.

Key words: *Anastrepha obliqua*; *Doryctobracon areolatus*; Panama; parasitoid; *Psidium guajava*.

INTRODUCCIÓN

Las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae), son las principales plagas de los cultivos frutales que ocasionan pérdidas económicas importantes por daños directos a las frutas, e incluso pueden ser causa de que ocurran restricciones cuarentenarias impidiendo la exportación de estos rubros (Aluja, 1994). Este grupo de moscas, de comportamiento alimenticio variable, atacan diversos grupos de hospedantes. Pueden clasificarse en monófagas, oligófagas y polífagas, según se alimenten de uno, dos o más hospedantes (Bui *et al.*, 2018; Oberländer *et al.*, 2019).

El género neotropical *Anastrepha*, tiene especies con preferencias variables por determinados frutos, inclusive frutos pertenecientes a la misma familia (Gómez, 2006). Los insectos de este género tienen hábito alimenticio fitófago, es decir son insectos que utilizan una parte de la planta como recurso alimenticio (Peach y Gries, 2020).

Anastrepha obliqua (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae), conocida como la mosca de la fruta antillana, es una especie con una amplia distribución en América. Es un insecto polífago y llega a atacar frutos de 13 familias diferentes (Norrbon *et al.*, 2000). Ha sido registrada desde los Estados Unidos de América (Florida y Texas), hasta América del Sur, incluidas las islas del Caribe (Hernández-Ortiz y Aluja, 1993). Por el impacto económico que tienen y por su capacidad polífaga, *A. obliqua* ha sido ampliamente estudiada, en función de su distribución y el manejo para su control (Norris *et al.*, 2003; Montoya *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2019).

El control de las poblaciones de *A. obliqua*, normalmente se realiza con productos químicos, pero debido a las restricciones y la preocupación por los residuos de insecticidas en las frutas, el manejo integrado de plagas se ha vuelto más popular en los últimos años; enfatizando controles con menos impacto para los seres humanos y el ambiente, como el control biológico (Norris *et al.*, 2003). El género *Anastrepha*, presenta un grupo relativamente grande de enemigos naturales como las avispas parasitoides de la familia Braconidae (Hymenoptera), las cuales pueden afectar en diferentes etapas de desarrollo: huevo, larva y prepupa (Ovruski *et al.*, 2000; Aluja *et al.*, 2003; Murillo *et al.*, 2015). Dentro de dicha familia, destaca *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911), una especie nativa, endoparasitoide solitario,

Alonso Santos-Murgas, Miguel A. Osorio-Arenas, Jeancarlos Abrego L., Anette C. Garrido Trujillo, José Rivera L., Carlos Ramos, Estibali Wilkie, Rubén Collantes González.

koinobionte. *D. areolatus* tiene una amplia distribución en el Neotrópico y subtrópico, que va desde el sur de Texas hasta el norte de Argentina (Wharton y Marsh, 1978; Ovruski *et al.*, 2000). Su gran importancia se debe al parasitismo natural que ejerce, especialmente sobre moscas del género *Anastrepha* (Montoya *et al.*, 2016; Marinho *et al.*, 2017).

En América, existen aproximadamente 150 especies del género *Psidium* (Myrtales: Myrtaceae) (Mitra *et al.*, 2012). De la especie *Psidium guajava*, L., se han reportado evidencias de su presencia y uso como alimento desde 800 años a. C., además se considera originaria de México (Ríos *et al.*, 1977). Se distribuye por toda América del Sur, Europa, África y Asia. Crece en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo, donde se adapta a diferentes condiciones climáticas, prefiriendo climas secos (Stone, 1970). Debido a esta capacidad de adaptación, rentabilidad de cultivo y a su alto valor nutricional, es muy apreciada desde el punto de vista comercial. La pérdida en rendimientos de *P. guajava* por daños ocasionado por *A. obliqua*, ha llevado a la búsqueda de alternativas de control biológico, como la utilización de *D. areolatus*, en un escenario que promueva la disminución de contaminantes ambientales y la reducción del riesgo sobre la salud humana.

En el caso de Panamá, se tiene poco conocimiento en cuanto a las relaciones tróficas Parasitoide-*Anastrepha*-Fruto, que solo se ha limitado hasta ahora a ocho especies de parasitoides actuando sobre ocho especies de *Anastrepha* (Tapia, 1989; Navarro, 1996; Esquivel, 2000; Medianero *et al.*, 2006, Alvarado-Gálvez y Medianero, 2015). Este trabajo tiene como finalidad aportar información que permita ampliar el conocimiento relacionado con el comportamiento de estos parasitoides en condiciones ambientales de campo, y establecer líneas base para la comprensión de esta relación Parasitoide-*Anastrepha*-Fruto, que permitan crear programas con políticas de Estado para el control biológico de plagas cuarentenarias y alcanzar estándares de exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio correspondió al Proyecto Hacienda Santa Domenica, ubicada en Los Corozales, El Espino, Panamá Oeste, Panamá (8°54'14,17" N 79°52'20,18" O, 133 m s. n. m.). Se realizaron recorridos de campo durante el mes de junio de 2022 (Figura 1), en áreas cultivadas con *Psidium guajava* (Myrtales: Myrtaceae).

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de *Psidium guajava* L. (Myrtales: Myrtaceae)

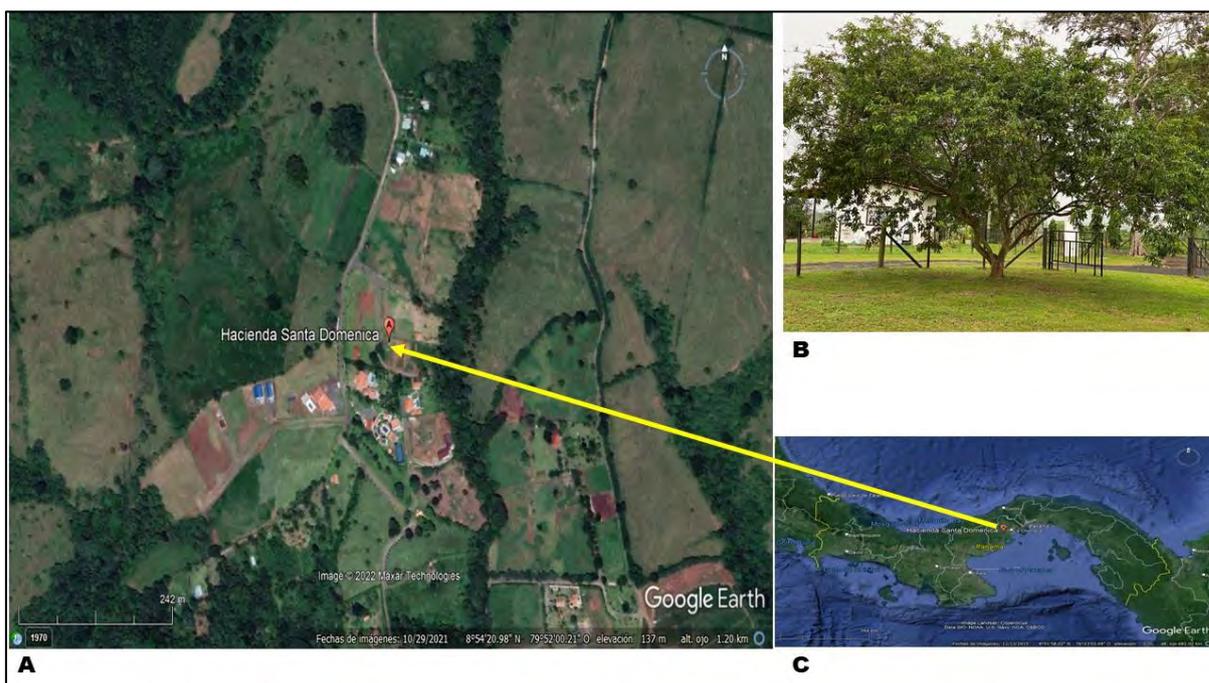


Figura 1. Ubicación del área de estudio: A) Hacienda Santa Doménica; B) Árbol de *P. guajava*; C) Ubicación de la finca en Panamá. Fuente: Google Earth (2022).

Se seleccionaron al azar 200 frutos en árbol, entre verdes y maduros, recogiendo aquellos que presentaran evidencia de oviposición. No se encontró frutas en el suelo, por lo que solo se recolectaron los frutos de la misma planta, siendo un total de tres frutos de guayaba completamente verdes; en los cuales, la hembra del parasitoide *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae), se posó y les introdujo repetidamente el ovipositor, en un periodo de aproximadamente 25 minutos por fruto (Figura 2).



Figura 2. *D. areolatus* ♀, paraitando larvas de *A. obliqua* en guayaba.

Alonso Santos-Murgas, Miguel A. Osorio-Arenas, Jeancarlos Abrego L., Anette C. Garrido Trujillo, José Rivera L., Carlos Ramos, Estibali Wilkie, Rubén Collantes González.

Luego de haber desprendido las frutas del árbol, se colocaron en un recipiente de plástico debidamente cerrado y transportadas al Laboratorio de Artrópodos Venenosos del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá. Pasados aproximadamente 10 días de la colecta y traslado al laboratorio, las frutas de *P. guajava* con signos de maduración se pasaron a otro recipiente con una base de arena esterilizada, y afrecho de arroz seco, con el objetivo de que las larvas al emerger de las frutas contaran con un sustrato acondicionado en donde pupar. Los recipientes se colocaron a una temperatura entre 25 - 27 °C y una humedad entre 60 - 70 % (Figura 3). Las moscas, al salir, fueron preservadas, montadas en alfileres entomológicos y depositadas en la Colección Nacional de Referencia del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, de la Universidad de Panamá (MIUP-UP).



Figura 3. Cámara de eclosión para recuperación de moscas y parasitoides.

Para confirmar la identificación de la especie *A. obliqua*, la amplificación de un fragmento de aproximadamente 700 bp de la región 5' del gen citocromo oxidasa C se realizó utilizando los cebadores universales HCO2198 y LCO1490 (Folmer *et al.*, 1994). Las condiciones de amplificación fueron 95 °C, 1 min, seguido de 35 ciclos a 95 °C 1 min, 50 °C 1 min, 72 °C 30 s y una extensión final de 72 °C 7 min. La amplificación se llevó a cabo en un termociclador BIO-RAD T100.

El producto de amplificación fue evidenciado mediante tinción con GelRed y electroforesis en gel de agarosa al 1 % en TAE IX. El fragmento amplificado fue enviado a secuenciar a la

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de *Psidium guajava* L. (Myrtales: Myrtaceae)

compañía Psomagen, Inc. Maryland, USA. Cada fragmento fue secuenciado en ambas direcciones y las secuencias generadas fueron alineadas y editadas utilizando el programa SEQUENCHER 5.0. Las secuencias editadas fueron comparadas con la base de datos de BOLDSYSTEMS (2022), con la finalidad de obtener la identificación a nivel de especie.

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados, se obtuvo un total de 40 individuos adultos de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Figura 4), 34 hembras y 6 machos; con una proporción hembra/macho de 5:1; de 43 larvas que puparon, lo que representa el 93% de sobrevivencia (Tablas 1 y 2). También, se obtuvieron tres individuos de *Doryctobracon areolatus*, (Figura 5), de uno de los frutos de *P. guajava*, donde *D. areolatus* introdujo su aguijón, previamente en el sitio de colecta. La emergencia del primer estadio larval dentro de una fruta (*P. guajava*), se registró cinco días después de traer las frutas al laboratorio; información que coincide parcialmente, con respecto al número de días que tarda las larvas en eclosionar de los huevos (Celedonio-Hurtado *et al.*, 1988; Soto-Manitiu *et al.*, 1997).



Figura 4. *A. obliqua* ♂, recuperado.



Figura 5. *D. areolatus* ♀, recuperado.

Tabla 1. Duración promedio de los estadios de desarrollo de *A. obliqua* en frutos de *P. guajava*.

Etapas	Nº. Individuos	Tiempo del estadio	Sobrevivencia
Huevos	43	5 días	43
Larva I	43	5 días	43
Larva II	43	7 días	43
Larva III	43	7 días	43
Pupa	43	15 días	43
	Adulto	Σ= 35-39 días	40

Tabla 2. Tabla de vida promedio para los estadios inmaduros de *A. obliqua* en frutos de *P. guajava*.

Estadio	Nº. de Ind. (Nx)	Lx	Dx	% Dx	% Do
Huevos	43	0,00	0	0,00	0,00
Larva 1	43	1,00	0	0,00	0,00
Larva 2	43	1,00	0	0,00	0,00
Larva 3	43	1,00	3	6,98	6,98
Pupa	40	0,93	0	0,00	0,00
Adulto	40	1,00	40	100,00	93,02

Nx. Número de individuos al inicio; Lx. Proporción de individuos que sobreviven; Dx. Muertes; % Dx. Porcentaje de individuos muertos; % Do. Porcentaje de individuos muertos en la generación.

El número de huevos fue de 43 en tres frutos de *P. guajava*; la supervivencia final hasta la emergencia de los adultos fue del 93 %; esto significa que de la cohorte inicial de 43 huevos, 40 completaron hasta el estadio adulto (Figura 6).

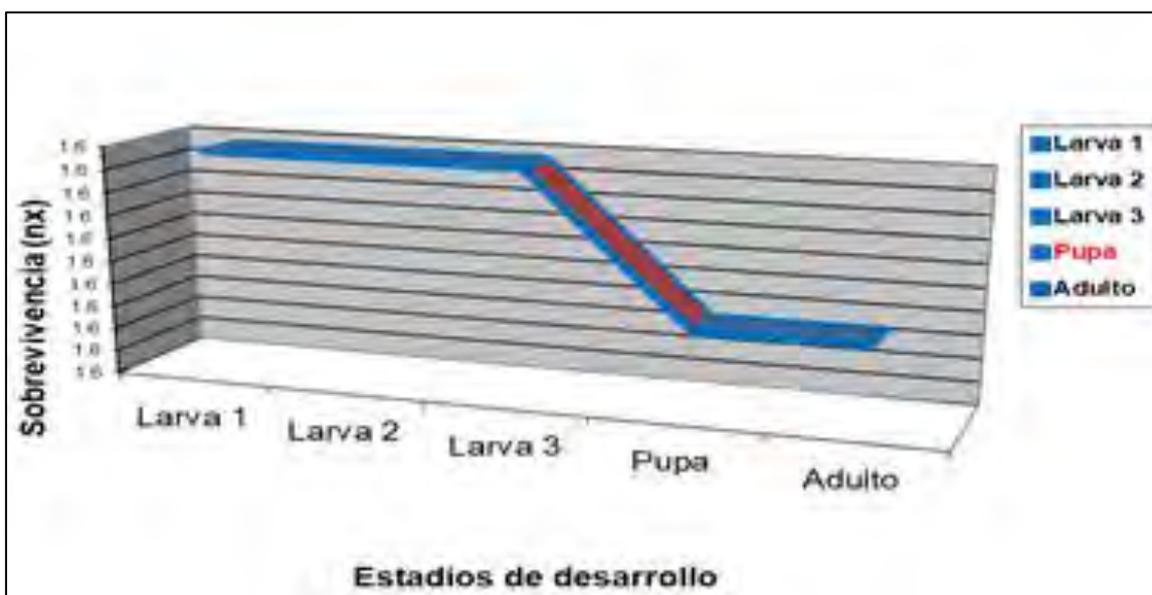
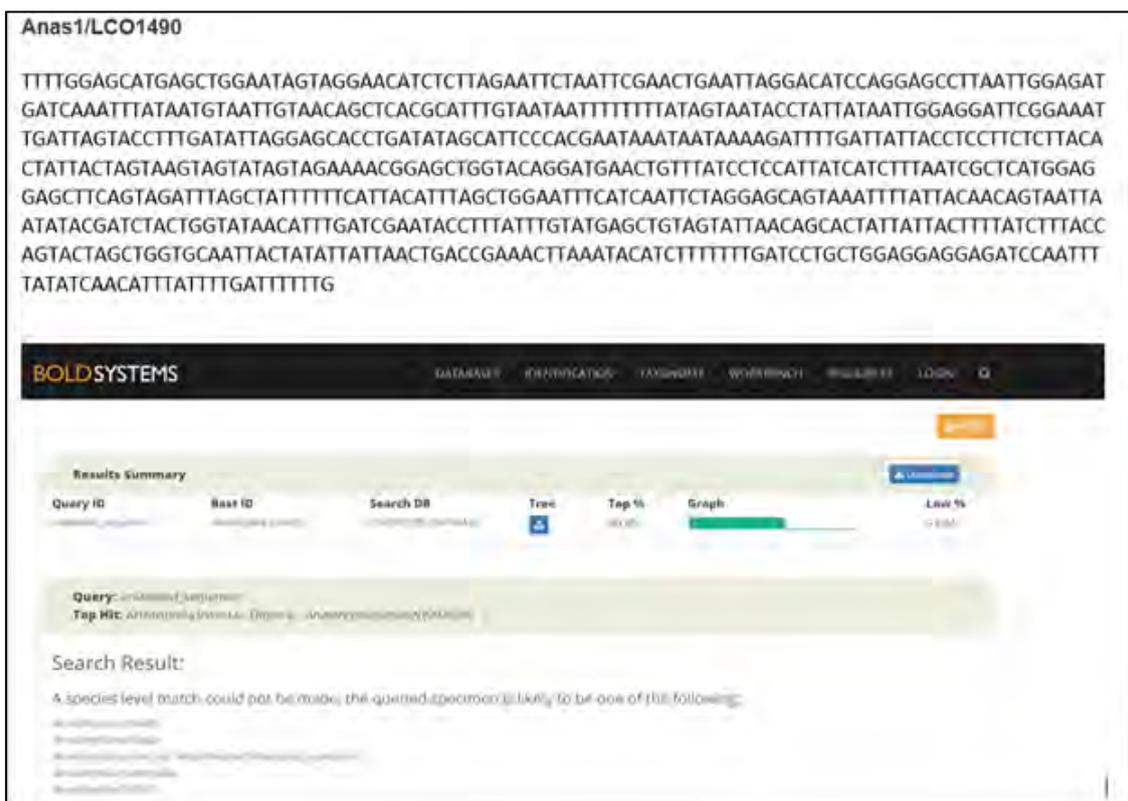


Figura 6. Curva de supervivencia de las etapas inmaduras de *A. obliqua* en frutos de *P. guajava*.

En la Figura 7, se presenta la secuencia editada y los resultados de la identificación con BOLD SYSTEMS (2022). Se observa que los resultados de comparaciones de las secuencias de los especímenes recuperados con las secuencias depositadas en BOLD generan 99,85 %

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de *Psidium guajava* L. (Myrtales: Myrtaceae)

de similitud con secuencias de un grupo de especies del género *Anastrepha*. Estos resultados confirman que, los especímenes en cuestión pertenecen al género *Anastrepha* y corresponden a alguna de las especies que presentan ese porcentaje de similitud incluyendo *Anastrepha obliqua*. Además de las secuencias, al cotejar con los caracteres morfológicos se determinó, sin lugar a dudas, que los especímenes corresponden a la especie *A. obliqua*.



The image shows a screenshot of the BOLD Systems website. At the top, the identifier 'Anas1/LCO1490' is displayed. Below it is a long DNA sequence in all caps. The interface includes a navigation bar with 'BOLDSYSTEMS' and various menu items like 'DATABASES', 'IDENTIFICATIONS', 'TAGS', 'WORKBENCH', 'RESULTS', and 'LOGS'. A 'Results Summary' section contains a table with columns for 'Query ID', 'Host ID', 'Search DB', 'Tree', 'Top %', 'Graph', and 'List %'. Below this, there is a 'Query:' field and a 'Top Hit:' field. The 'Search Result:' section states: 'A species level match could not be made; the queried specimen is likely to be one of the following:'. The list of potential species is partially visible but mostly obscured by a light blue overlay.

Figura 7. Arriba, la secuencia de *A. obliqua* obtenida del producto de PCR amplificado, con los cebadores universales para COI descritos por Folmer *et al.*, (1994). Abajo, resultados de la identificación mediante código de barra de ADN. Las secuencias de estas especies corresponden al BIN (Barcode Identification Number) BOLD: AAC0699.

DISCUSIÓN

Las observaciones evidenciaron que, el desarrollo de los tres estadios larvales puede tener una duración de 10 a 15 días; asumiéndose que este periodo pudo estar influenciado por la temperatura de las cámaras de cría, la cantidad de larvas que había por frutos (entre 3 - 7 larvas), o por la disponibilidad de alimento por el mismo fruto.

Alonso Santos-Murgas, Miguel A. Osorio-Arenas, Jeancarlos Abrego L., Anette C. Garrido Trujillo, José Rivera L., Carlos Ramos, Estibali Wilkie, Rubén Collantes González.

En campo, se han observado a larvas del tercer estadio temprano que logran pupar sin haber completado la madurez, pero la mortalidad de estas es muy alta y la cantidad de los adultos obtenidos a partir de estas larvas inmaduras es muy baja. Los pocos adultos que logran emerger son de pequeño tamaño, (Soto-Manitiu *et al.* 1997). Este proceso fue observado en las cámaras de cría, cuando las larvas se lanzaban del fruto de guayaba y recorrían por varias horas antes de enterrarse en el sustrato. Es muy probable que la mortalidad observada en esta investigación de 7 % en las pupas sea a causa de las larvas de tercer estadio, al pupar muy temprano o tardíamente; también la mortalidad estuvo influenciada por el parasitismo de *Doryctobracon areolatus*.

Se requieren 20 minutos para que una larva madura abandone la fruta, repte y encuentre un microclima apropiado para penetrar el suelo y pupar. Este período es aprovechado por numerosos insectos depredadores que fácilmente devoran las larvas (Jirón y Solano, 1997). Es muy probable que este sea el período más vulnerable en el ciclo biológico de *A. obliqua*. Según Soto-Manitiu y colaboradores (1997), esta fase del ciclo biológico de *A. obliqua*, es probablemente la más vulnerable, y es un periodo ideal en donde los programas de control biológico pueden aprovechar para atacar a esta plaga. Las evidencias encontradas en este trabajo concuerdan con lo mencionado por Soto-Manitiu y colaboradores y se apoya en que es el mejor momento en donde se podría sacar provecho y controlar la plaga, cuando sus poblaciones son muy elevadas. Entre los insectos depredadores observados capturando y devorando larvas están: hormigas, avispas, moscas Asilidae, escarabajos Carabidae y hasta algunos vertebrados como lagartijas (Soto-Manitiu *et al.* 1997).

Es conocido que las larvas de tercer estadio de *A. obliqua*, totalmente maduras y listas para pupar, suelen realizar recorridos de algunos centímetros alrededor de la fruta hospedante; hecho observado previamente por el primer autor y colaboradores, en las larvas que emergían de los frutos de *Spondias purpurea* L. (Sapindales: Anacardiaceae), dentro de las cámaras de cría. Sobre las larvas de *A. obliqua*, hay varios estudios que indican que prefiere enterrarse o penetrar en el suelo directamente debajo de la fruta; por lo que es necesario que la cámara de cría contenga un sustrato de tierra o de arena para que las larvas empupen, es necesaria para esta especie de Diptera (Soto-Manitiu *et al.* 1997).

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de *Psidium guajava* L. (Myrtales: Myrtaceae)

No se observó que las larvas prefirieran pupar dentro de los tejidos deteriorados, deshidratados y en putrefacción de las guayabas. En condiciones de campo, es posible que estos dos recursos sean una alternativa de la especie para evitar la acción de los depredadores, de acuerdo con Soto-Manitiu *et al.* (1997). Observaciones en el laboratorio sobre el período de pupación de *A. obliqua* en guayaba, indican que este parece depender principalmente de la temperatura y la humedad relativa; condición similar ocurrió con el estudio realizado de *A. obliqua* en *Spondias mombis*. La humedad del suelo tiene influencia sobre la duración del período de pupación, sin embargo, en estudios posteriores se determinó que es más bien la humedad relativa la que mayormente incide sobre la emergencia de las formas adultas (Soto-Manitiu *et al.*, 1997). Esta última condición ventajosa para esta especie plaga, *A. obliqua*, en climas tropicales y subtropicales, explica por qué las poblaciones de esta mosca nunca llegan a cero o a desaparecer por completo en un sitio, a pesar de estar asociada a cultivos de fructificación estacional, Soto-Manitiu *et al.* (1997).

Considerando que el parasitismo de *D. areolatus* sobre *A. obliqua* fue del 7 % en este estudio, es meritorio tomar en consideración que al implementar un plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP), además del control biológico, se tomen en consideración el monitoreo y captura de la plaga mediante el uso de trampas (control etológico), la eliminación y entierro de frutas (control cultural), la aplicación adecuada de plaguicidas en focos de infestación (control químico), acorde con lo recomendado por CESAVEM (2015). Por su parte, C. Korytkowski recomendó siempre procurar que, en las áreas con producción comercial de frutales, se elimine la presencia de posibles hospedantes de la plaga (comunicación personal, 2009).

CONCLUSIONES

Se presenta por segunda vez el ciclo de vida, en condiciones de laboratorio de la mosca de la fruta *Anastrepha obliqua*, en *Psidium guajava*. No se observaron diferencias considerables en el ciclo de vida de *A. obliqua*, en comparación con estudios previos realizados en *Spondias mombis*. Además, se reporta la supervivencia de las diferentes etapas inmaduras de este Diptera en *P. guajava*. Se confirma que los estadios larvarios y de pupa están muy influenciados por las condiciones ambientales del sitio en donde se desarrollan.

Alonso Santos-Murgas, Miguel A. Osorio-Arenas, Jeancarlos Abrego L., Anette C. Garrido Trujillo, José Rivera L., Carlos Ramos, Estibali Wilkie, Rubén Collantes González.

Basado en las observaciones realizadas durante la investigación, se recomienda como mejor periodo para establecer alternativas de control biológico sobre esta plaga, durante el estadio larvario; momento en el cual la mosca es más vulnerable y así es confirmado por las observaciones del parasitoide *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae), sobre larvas dentro de la fruta de *P. guajava*.

Considerando además el porcentaje de parasitismo reportado, de 7 %, es meritorio complementar el control biológico con otras estrategias de manejo integrado de plagas, como el uso de trampas (control etológico) y el entierro de frutos dañados (control cultural).

AGRADECIMIENTOS

A la familia Mirones y Ureña, por permitir el acceso a su finca en la Hacienda Santa Domenica y poder coleccionar las frutas de guayaba para el desarrollo del estudio. Al Dr. Enrique Medianero Segundo, por facilitar el equipo fotográfico Leica S9i, para la toma de fotografías de los especímenes recuperados en el laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aluja, M. 1994. «Bionomics and Management of *Anastrepha*». Annual Review of Entomology, 39: 155-178.
- Aluja, M.; Rull, J.; Sivinski, J.; Norrbom, A. L.; Wharton, R. A.; Macías-Ordoñez, R.; Díaz-Fleischer, F.; y López, M. 2003. «Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico». Environmental Entomology, 32, 1377-1385. <<https://doi.org/10.1603/0046-225X32.6.1377>>
- Alvarado-Gálvez, L.; y Medianero, E. 2015. «Especies de parasitoides asociados a moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Panamá». Scientia, 25(2), 47-62.
- BOLDSYSTEMS. 2022. Identification Engine. <https://www.boldsystems.org/index.php/IDS_OpenIdEngine>.
- Bui, H.; Greenhalgh, R.; Ruckert, A.; Gill, G. S.; Lee, S.; Ramirez, R. A.; y Clark, R. M. 2018. «Generalist and specialist mite herbivores induce similar defense responses in maize and

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de *Psidium guajava* L. (Myrtales: Myrtaceae)

- barley but differ in susceptibility to benzoxazinoids». *Frontiers in Plant Science*, 9(August), 1-19. <<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01222>>.
- Celedonio-Hurtado, H.; Liedo, P.; Aluja, M.; Guillén, J.; Berrigan, D.; y Carey, J. 1988. «Demography of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) in Mexico». *The Florida Entomologist*, 71(2), 111-120. <<https://doi.org/10.2307/3495357>>.
- CESAVEM (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México). 2015. «Manejo Integrado de Mosca de la Fruta: Guía del Productor.» <<https://cesavem.mx/img/MoscadelaFruta/moscadelafruta.pdf>>.
- Gómez, H. 2006. «Las moscas de la fruta ([edition missing]»). Produmedios. <<https://www.perlego.com/book/1916865/las-moscas-de-la-fruta-pdf>>.
- Esquivel, H. 2000. Sincronía biológica, relación interespecífica y análisis de calidad hospedera de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae) con *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia*, n.sp. en Altos de Pacora 1998-1999. [Tesis de Maestría, Programa de Maestría en Entomología – Universidad de Panamá, Panamá]. 96 p.
- Folmer, O.; Black, M.; Hoeh, W.; Lutz, R.; y Vrijenhoek, R. 1994. «DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates». *Mol Mar Biol Biotechnol.*, 3(5), 294-299.
- Google Earth. 2022. <<https://earth.google.com/web/@8.43085653,-80.17103413,123.41168688a,528072.585283d,35y,0h,0t,0r>>.
- Hernández-Ortiz, V.; y Aluja, M. 1993. «Listado de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas». *Folia Entomol. Mex.* 88: 89-105.
- Jirón, L. F.; y Solano, M. 1997. «Algunos aspectos sobre la ecología y comportamiento de pupación de *A. obliqua* en condiciones experimentales (en preparación)».
- Marinho, C. F.; Consoli, F. L.; Penteados-Dias, A. M.; y Zucchi, R. A. 2017. «Description of two near species closely related to *Doryctobracon areolatus* (Szepligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae) based on morphometric and molecular analyses». *Zootaxa* 4553, 467- 484.
- Medianero, E.; Korytkowski, C.; Campo, C.; y De León, C. 2006. «Hymenoptera parasitoides asociados a *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Cerro Jefe y Altos de Pacora, Panamá». *Revista Colombiana de Entomología*, 32 (2): 136-139.

Alonso Santos-Murgas, Miguel A. Osorio-Arenas, Jeancarlos Abrego L., Anette C. Garrido Trujillo, José Rivera L., Carlos Ramos, Estibali Wilkie, Rubén Collantes González.

- Mitra, S. K.; Irenaeus, T. K. S.; Gurung, M. R.; y Pathak, P. K. 2012. «Taxonomy and importance of Myrtaceae». *Acta Horticulturae*, 959, 23-34. ISSN 0567-7572, 2406-6168. <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.959.2>>.
- Montoya, P.; Ayala, A.; López, P.; Cancino, J.; Cabrera, H.; Cruz, J., Martínez, A. M.; Figueroa, I.; y Liedo, P. 2016. «Natural parasitism in fruit fly (Diptera: Tephritidae) populations in disturbed areas adjacent to commercial mango orchards in Chiapas and Veracruz, Mexico». *Environmental Entomology* 42, 328-337.
- Montoya, P.; Cancino, J.; Zenil, M.; Santiago, G.; y Gutierrez, J. M. 2007. «The Augmentative Biological Control Component in the Mexican National Campaign Against *Anastrepha* spp. Fruit Flies». En M. J. B. Vreysen, A. S. Robinson y J. Hendrichs (Eds.), *Area-Wide Control of Insect Pests*. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6059-5_61>.
- Murillo, F.; Cabrera-Mireles, H.; Barrera, J. F.; Liedo, P.; y Montoya, P. 2015. «*Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) a parasitoid of early developmental stages of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) ». *Journal of Hymenoptera Research* 46, 91-105.
- Navarro, A. 1996. «Eficiencia hospedera del caimito *Chrysophyllum cainito* L. para *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Burunga, Arraiján, Panamá.» [Tesis de Maestría, Programa de Maestría en Entomología - Universidad de Panamá, Panamá]. 55 p.
- Norris, R.F.; Caswell-Chen, E.P.; y Kogan, M. 2003. «Concepts in integrated pest management». New Jersey: Prentice Hall, 586 p.
- Norrbom, A. L.; Zucchi, R. A.; y Hernandez-Ortiz, V. 2000. «Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology», pp. 299-342. En M. Aluja y A. L. Norrbom (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. CRC Press, USA.
- Oberländer, J., Lortzing, V., Hilker, M., y Kunze, R. 2019. «The differential response of cold-experienced *Arabidopsis thaliana* to larval herbivory benefits an insect generalist, but not a specialist». *BMC Plant Biology*, 19(1), 1-16. <<https://doi.org/10.1186/s12870-019-1943-3>>.
- Ovruski, S.; Aluja, M.; Sivinski, J.; y Wharton, R. 2000. «Hymenopteran parasitoids on fruit infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States:

Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae): parasitoide de larvas de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), en frutos de *Psidium guajava* L. (Myrtales: Myrtaceae)

Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control». *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 81-107.

Peach, D. A. H.; y Gries, G. 2020. «Mosquito phytophagy - sources exploited, ecological function, and evolutionary transition to haematophagy». *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 168(2), 120-136. <<https://doi.org/10.1111/eea.12852>>.

Ríos, C. D.; Salazar, C. R.; Cardona, C.; Victoria, K.; y Torres, M. 1977. «Guayaba». En: Instituto Colombiano Agropecuario. Bogota (Colombia), Segunda Edición, Frutales. Manual de Asistencia Técnica No. 4., pp. 221-248.

Santos, R. P. D.; Silva, J. G.; y Miranda, E. A. 2019. «The past and current potential distribution of the fruit fly *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) in South America». *Neotropical Entomology*, 284-291. <<https://doi.org/10.1007/s13744-019-00741-1>>.

Soto-Manitú, J.; Chaverri, L. G.; y Jirón, L. F. 1997. «Notas sobre la biología y ecología de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae), plaga de plantas anacardiáceas en América tropical. II. Formas inmaduras». *Agronomía Mesoamericana*, 8(2), 116-120.

Stone, B. 1970. «The flora of Guam». *Micronesica* 6, 454-455.

Tapia, G. 1989. *Relación del estado fenológico del mango papayo e infestaciones por moscas de la fruta en Capira*. [Tesis de Maestría, Programa de Maestría en Entomología - Universidad de Panamá, Panamá]. 264 p.

Wharton, R. A. y Marsh, P. M. 1978. «New World Opiinae (Hymenoptera: Braconidae) parasitic on Tephritidae (Diptera)». *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 68, 147-167.

Fecha de recepción: 23/08/22

Fecha de aceptación: 19/09/22

Correspondencia:

Alonso Santos-Murgas

santosmurgasa@gmail.com