

Oviposición de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae) sobre frutos de *Spondias purpurea* L. (Sapindales: Anacardiaceae)

Oviposition of *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae) in fruits of *Spondias purpurea* L. (Sapindales: Anacardiaceae)

Alonso Santos Murgas^{1,*}; Miguel A. Osorio^{2,3}; Jeancarlos Abrego L.^{1,4}; Anette Garrido Trujillo⁵; Estibali Wilkie⁵; José Rivera L.¹

- 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, Tecnología e Innovación (SENACYT), Panamá, Panamá.
- 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 Sistema Nacional de Investigación de Panamá (SENACYT), Panamá, Panamá
- 5 Universidad de Panamá, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Laboratorios de Biología Molecular y Celular. Ciudad de Panamá, Panamá.

*Autor corresponsal: santosmurgasa@up.ac.pa; santosmurgasa@gmail.com (A. Santos-Murgas).

A. Santos-Murgas: <https://orcid.org/0000-0001-9339-486X>
J. Abrego L.: <https://orcid.org/0000-0002-9576-9175>
E. Wilkie: <https://orcid.org/0000-0003-3021-1653>

M. A. Osorio Arenas: <https://orcid.org/0000-0002-6215-553X>
A. Garrido T.: <https://orcid.org/0000-0002-1440-954X>
J. A. Rivera L.: <https://orcid.org/0000-0001-8551-8965>

RESUMEN

El complejo del género *Anastrepha* spp. está formado por especies de importancia económica que infestan una amplia variedad de frutas en la región tropical y subtropical. El objetivo del presente estudio fue describir el comportamiento y ciclo biológico asociado al ataque de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) sobre la especie *Spondias purpurea* L. Se realizaron observaciones biológicas en Alto de la Arena, corregimiento de Veladero, distrito de Tolé, provincia de Chiriquí, Panamá, donde se recolectaron un total de 12 frutos de *Spondias purpurea* L., se llevaron al laboratorio y se anotaron los datos del ciclo biológico y de comportamiento diariamente. Se determinó que el ciclo biológico de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) tiene duración aproximada de 30 a 32 días en el laboratorio; el estado inmaduro de pupa es el estadio que presentó mayor mortalidad, posiblemente debido a las condiciones ambientales del laboratorio, que podrían estar influyendo en el inicio de este estadio de forma prematura o tardía. Se considera que el momento oportuno para tomar medidas de control sobre esta plaga en los diferentes cultivos frutales es durante la salida de las larvas los frutos, cuando son más vulnerables para el ataque de enemigos naturales o controles biológicos.

Palabras clave: *Anastrepha* spp.; control biológico; etología; mosca de la fruta.

ABSTRACT

Anastrepha spp. complex includes species of economic importance that infest a wide variety of fruits from tropical and subtropical regions. The aim of this study was to describe the behavior and biological cycle associated to the attack of *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) on the species *Spondias purpurea* L. Biological observations were performed in Alto de la Arena, corregimiento de Veladero, Tolé district, Chiriquí province, Panamá, where it was collected a total of 12 fruits of *Spondias purpurea* L., then carried to the laboratory and annotations on the biological cycle and behavioral data were performed daily. It was determined the biological cycle of *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) has a duration of 30 to 32 days in the laboratory; the immature pupal stage presented the highest mortality, possibly due to the environmental conditions in the lab, which could be influencing in an early or late start of pupal stage. It is considered that the opportune moment to take control measures of this plague in the different fruit crops is during the emergence of larvae from the fruits, when they are more vulnerable to attack by natural enemies or biological control.

Keywords: *Anastrepha* spp; biological control; ethology; fruit fly.

Recibido: 16-07-2022.
Aceptado: 15-09-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Dentro del orden Díptera, uno de los géneros más diversos de moscas es *Anastrepha Schiner*, 1868 (Tephritidae), este contempla una gran diversidad de moscas de la fruta que se distribuyen en América tropical y subtropical, donde se han descrito aproximadamente 300 especies (Norrbon et al. 1999; Norrbom, 2004a; Zucchi & Moraes, 2008; Norrbom & Korytkowski, 2009; Uramoto et al. 2016; Mengual et al., 2017). Es un género de importancia económica, incluyendo un grupo importante de plagas de frutales. A pesar de su importancia, muchas especies permanecen sin describir (Norrbon, 2004b).

Este grupo de moscas presenta un comportamiento alimenticio variable, pueden clasificarse de acuerdo con el número de hospederos que atacan en monófagas (Bui et al., 2018; Oberländer et al., 2019), oligófagas y polífagas. Para el caso de moscas del complejo *Anastrepha* spp., existen especies que tienen preferencia por variedades frutales determinadas, inclusive pertenecientes a la misma familia (Gómez 2006). Son consideradas fitófagos, insectos utilizan una parte de la planta como recurso alimenticio (Peach & Gries, 2020).

Dentro de este grupo, la mosca de la fruta antillana *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae) tiene una amplia distribución en las Américas, es un insecto muy polífago que ataca frutos de 13 familias (Norrbon et al., 2000), ha sido registrada desde los EE. UU. (Florida y Texas) hasta América del Sur, incluidas las islas del Caribe (Hernández-Ortiz & Aluja, 1993). Las hembras de *A. obliqua* suelen preferir ovipositar en frutos de la familia Anacardiaceae (Jirón et al., 1988; Hernández-Ortiz & Aluja, 1993). Pertenecen al grupo que es considerado plaga, ya que desarrolla su estado larvario en los frutos de plantas comerciales cultivadas, generando grandes pérdidas económicas (Norrbon et al., 2000). En países como México y Colombia, *A. obliqua* es una plaga crítica ya que ataca frutos de interés como el mango (*Mangifera indica* L.), un producto de exportación, ocasionando que la producción de algunas variedades no sea rentable para la comercialización. Por otro lado, la presencia de esta especie en huertas de mango son

motivo de estricta cuarentena por parte de Estados Unidos de América (Aphis, 1994).

Debido a su impacto económico y su capacidad de ser polífaga, *A. obliqua* ha sido ampliamente estudiada, y hay datos sobre su distribución en el continente americano (Santos et al., 2019), variación genética intraespecífica y estructura poblacional (Martins de Almeida et al., 2019; Passos et al., 2018; Ruiz-Arce et al., 2019; Velasco-Cuervo et al., 2019), interacciones ecológicas (Campanini et al., 2017; Mesquita et al., 2018; da Vargas et al., 2019), comportamientos reproductivos asociados a la planta hospedera (Hernández et al., 2019); mecanismos para el control de esta plaga, como el uso de atrayentes químicos, la técnica del insecto estéril (Gallardo-Ortiz et al., 2018b, 2018a) o el control biológico (Cancino et al. 2019; Murillo et al., 2019).

La comprensión sobre la ecología y el comportamiento de esta especie en Panamá está supe-ditada en muchas ocasiones a informaciones externas, por ello, es importante reportar sucesos de biología básica para un mayor entendimiento de nuestro entorno y de esa forma buscar alternativas ecológicas para el control de especies como esta. Se reporta la presencia de *A. obliqua* en ciruela (*Spondias purpurea*) en Panamá. Este fruto se encuentra distribuido en Mesoamérica, desde México hasta Brasil, y con el paso de los años se ha introducido en los Estados Unidos, específicamente en el sur de Florida (CONABIO 2013). Esta mosca de la fruta, como ha sido reportado en muchas otras especies de moscas, causa daño a los frutales en estado de larva, las cuales se alimentan de la pulpa, ocasionando daños graves en el fruto, restringiendo su comercialización por medidas cuarentenarias. A pesar de que en Panamá no se comercializa *Spondias purpurea* al exterior, si es muy consumida localmente en su época de fructificación. *A. obliqua* al ser considerada una plaga para frutales, por tal motivo, es importante resaltar la presencia de esta especie en Panamá a fin establecer medidas de control para estas y otras especies de moscas de la fruta presentes en nuestro país.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad Alto de la Arena, corregimiento de Veladero, distrito de Tolé, provincia de Chiriquí (Figura 1). El árbol de *Spondias purpurea* L. (1762) (Sapindales: Anacardiaceae), conocido como "ciruelo" o "ciruela traqueadora", se encuentra en las coordenadas 08°05'60.00" N 81°36'00.00" W a 265 m. s. n. m., dentro de una finca de cría de ganado. Las especies *Spondias* spp. que producen frutos comestibles son originarias de América tropical, de las regiones del Pacífico y de algunos países asiáticos (Airy Shaw & Forman, 1967; Morton, 1987; Vázquez-Yanes et al. 1999; Macía & Barfod, 2000; Miller & Schaal, 2005). Las especies *Spondias purpurea* L., *S. mombin* L., *S. radlkofridonn* se distribuyen desde México hasta

Panamá (Miller & Schaal, 2005; Ramírez Hernández et al., 2017).



Figura 1. Punto de Muestreo de material biológico.

Colecta de material biológico

Se recolectaron 12 frutas del árbol *S. purpurea* L., completamente verdes; las frutas fueron ovipositadas por una hembra de la “mosca de la fruta” *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae), en un periodo de tiempo de aproximadamente 20 min. Luego de haber desprendido las frutas del árbol, fueron colocados en un recipiente de plástico debidamente cerrado y llevados al Laboratorio de Artrópodos Venenosos del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá (Fig. 2. A, B, C, D, E, F).

Tratamiento en el laboratorio

Pasados aproximadamente 8 días de la colectado y traslado al laboratorio, las frutas con signos de maduración se pasaron a otro recipiente con una base de arena esterilizada, con el objetivo de que las larvas al emerger de las frutas contaran con un sustrato donde pupar. Los recipientes se colocaron a una temperatura entre 25-27 °C y una humedad entre 60%- 70%. 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).

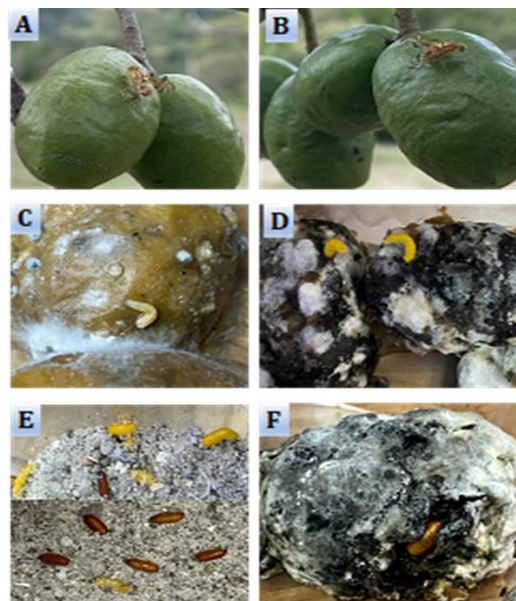


Figura 2. A-B. Oviposición de *A. obliqua* sobre fruta verde de *S. purpurea*. C. Larva III de *A. obliqua* saliendo del fruto maduro. D. Larva III de *A. obliqua* saliendo del fruto casi en putrefacción. E. Larvas III de y algunas pupas de *A. obliqua* pupando en el sustrato de arena. F. Pupa de *A. obliqua* pupando dentro del fruto en putrefacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 15 individuos adultos de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835), 12 hembras y 3 machos; de 22 larvas que puparon, lo que representa el 68% de sobrevivencia (Tabla 1 y 2). La emergencia del primer estadio larval dentro de una fruta (*S. purpurea* L.) se registró cuatro días después de la oviposición, información que coincide parcialmente, con respecto al número de días que tarda las larvas de eclosionar de los huevos; con lo registrado por Celedonio-Hurtado et al. (1988) y Soto-Manitiu et al. (1997).

Tabla 1

Duración promedio en días de los distintos estadios de desarrollo desde huevos hasta el adulto de *A. obliqua* (Macquart, 1835)

Etapas	Nº. Individuos	Tiempo del estadio	Total, sobrevivencia
Huevos	22	4 días	22
Larva I	22	4 días	22
Larva II	22	6 días	22
Larva III	22	5 días	22
Pupa	22	12 días	22
Adulto		Σ= 30-32 días	15

Tabla 2

Tabla de vida de valores promedio para los estadios inmaduros de *A. obliqua* (Macquart, 1835)

Estadio	Nx	Lx	Dx	%Dx	%Do
Huevos	22	0.00	0	0.00	0.00
Larva 1	22	1.00	0	0.00	0.00
Larva 2	22	1.00	0	0.00	0.00
Larva 3	22	1.00	3.14	14.29	14.29
Pupa	22	0.00	7	31.82	31.82
Adulto	15	0.68	0	0.00	0.00

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 22 en 12 frutos de *S. purpurea* L.; la supervivencia final hasta la emergencia de los adultos fue del 68%; esto significa que, de la corte inicial de 22 huevos, 15 completaron hasta el estadio adulto (Figura 3). La mortalidad total en las etapas inmaduras de *A. obliqua* fue de aproximadamente 32%.

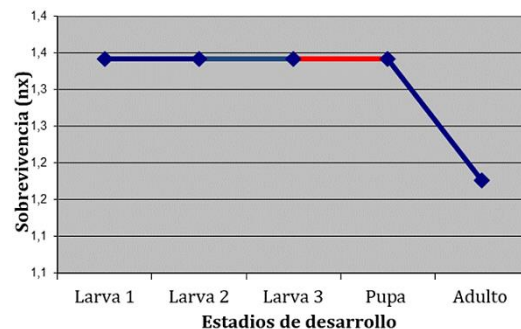


Figura 3. Curva de sobrevivencia de las etapas inmaduras de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae).

Las observaciones evidencian que el desarrollo de los tres estadios larvales puede tener una duración de 10 a 15 días; se asume que este periodo de tiempo pudo estar influenciado por la temperatura de las cámaras de cría, la cantidad de larvas que había por frutos (entre 1-3 larvas), o por la disponibilidad de alimento por el mismo fruto. Según Soto-Manitiu et al. (1997), en condiciones de campo, se han observado a larvas del tercer estadio temprano logran pupar sin haber completado la madurez, pero la mortalidad de éstas es muy alta y los adultos obtenidos a partir de estas larvas

inmaduras es muy bajo y los pocos adultos que logran emerger son de pequeño tamaño. Este proceso fue observado en las cámaras de cría, cuando las larvas se lanzaban del fruto y recorrían por varias horas antes de enterrarse al sustrato. Es muy probable que la mortalidad obtenida en esta investigación por las pupas de 31% sea causa de las larvas de tercer estadio, al pupar muy temprano o tardíamente.

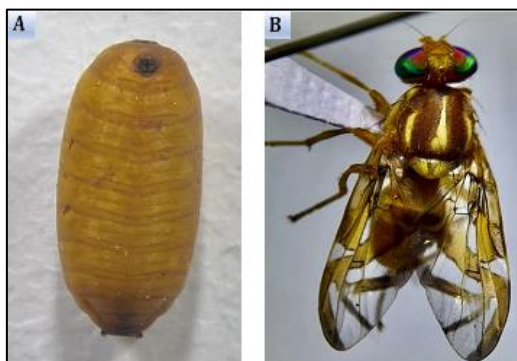


Figura 4. A. Pupa de *A. obliqua*. B. Adulto hembra *A. obliqua*.

Según Jirón & Solano (1997) se requieren solo 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. De acuerdo con Soto-Manitiu et al. (1997), este sea probablemente el período más vulnerable en el ciclo biológico de *A. obliqua*. También, este autor menciona que esta fase del ciclo biológico de *A. obliqua* sea probablemente la más vulnerable, y en donde los programas de control biológicos sobre esta plaga puedan enfatizar; concordamos con esta hipótesis, por lo que consideramos que 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, dípteros asfíidos, escarabajos carábidos y hasta algunos vertebrados como lagartijas (Soto-Manitiu et al. 1997).

Según varios autores algunas larvas de *A. obliqua* del tercer estadio, maduras y listas para pupar tienden a recorrer unas cuantas pulgadas alrededor de la fruta hospedante, hecho observado en las larvas que se emergían del fruto (*S. purpurea*) dentro de las cámaras de cría; existe un porcentaje, no determinado, que prefiere enterrarse o penetrar en el suelo directamente debajo de la fruta. La importancia de que la cámara de cría contenga un sustrato de tierra o de arena para la pupación es necesario (Soto-Manitiu et al. 1997). Se observó que un porcentaje, aunque minoritario, prefiere no abandonar la fruta y pupar dentro de los tejidos deteriorados, deshidratados y en putrefacción de la misma (Figura 2 D y F). 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). Nuestras observaciones en el laboratorio del período de pupación de *A. obliqua*, indican que este parece depender principalmente de la temperatura y la humedad relativa. Según Soto-Manitiu et al. (1997), la humedad del suelo tenía gran influencia sobre la duración del período de pupación, sin embargo posteriormente se determinó que es más bien la humedad relativa la que mayormente incide sobre la emergencia de las formas adultas (Figura 4). Esta última característica en esta plaga *A. obliqua*, explica por qué las poblaciones de esta mosca nunca llegan a cero u a desaparecer por completo en un sitio, a pesar de estar asociada a cultivos de fructificación estacional (Soto-Manitiu et al. 1997). Esta última característica, explica por qué las poblaciones *A. obliqua* son tan exitosas en climas tropicales y subtropicales, sin llegar a desaparecer de un área a pesar de estar supeditadas a cultivos de fructificación estacional.

CONCLUSIONES

Éste trabajo presenta el ciclo de vida en el laboratorio de la mosca de la fruta *A. obliqua*. Además, se reporta la supervivencia de las diferentes etapas inmaduras de este díptero. Se confirma que los estadios larvarios y de pupa están muy influenciados por las condiciones ambientales del sitio en donde se desarrollan. Basado en estas observaciones, se recomienda que el mejor periodo para establecer controles biológicos sobre esta

plaga se realice durante el estadio larvario, momento en el cual la mosca es más vulnerable. Sugerimos realizar investigaciones de campo y determinar el porcentaje de parasitismo en las larvas del tercer estadio de *A. obliqua*; de esta forma se puede comprobar la vulnerabilidad de esta especie en sus último estadio larvario, ante el uso de control biológico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la familia Castellón-Santos por permitirnos acceder a su finca y obtener las frutas de la planta *Spondias purpurea* L. (1762) (Sapindales: Anacardiaceae). Al Dr. Enrique

Medianero Segundo por facilitarnos su equipo fotográfico Leica S9i, para tomar las fotografías de los especímenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Airy Shaw, H. K., & Forman, L. L. (1967). The genus *Spondias* L. (Anacardiaceae) in tropical Asia. *Kew Bulletin*, 21, 1-20.
- Bui, H., Greenhalgh, R., Ruckert, A., Gill, G. S., Lee, S., Ramirez, R. A., & Clark, R. M. (2018). Generalist and specialist mite herbivores induce similar defense responses in maize and barley but differ in susceptibility to benzoxazinoids. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1-19.
- Campanini, E. B., Congrains, C., Torres, F. R., & De Brito, R. A. (2017). Odorant-binding proteins expression patterns in recently diverged species of *Anastrepha* fruit flies. *Scientific Reports*, 7(1), 1-10.
- Cancino, J., Gálvez, C. López, A., Escalante, U., & Montoya, P. (2019). Best timing to determine field parasitism by released *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) Against *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) pest populations. *Neotropical Entomology*, 48(1), 143-151.
- Celedonio-Hurtado, H., P. Liedo, M. Aluja, J. Guillén, D., Berrigan, & CAREY, J. (1988). Demography of *A. ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) in México. *Florida Entomologist*, 71, 111-120.
- Da Vargas, K. C., Abot, A. R., Acosta, V. R., Telles, M. H. F., Nascimento, J. N. D., & Garcia, F. R. M. (2019). Does the surrounding vegetation influence the fruit fly assemblage in guava orchards?. *Bioscience Journal*, 35(4), 1245-1255.
- Jiron, L. F., Soto-Manitú, J., & Norrbom, A. L. (1988). A preliminary list of fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in Costa Rica. *Florida Entomologist*, 71, 130-137.
- Hernández, E., Ruiz-Montoya, L., Toledo, J., Montoya, P., Liedo, et al. (2019). A comparison of sexual competitiveness and demographic traits of *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) among fruit-associated populations. *Bulletin of Entomological Research*, 109(3), 333-341.
- Hernandez-Ortiz, V. & Aluja, M. (1993). Listado de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomológica Mexicana*, 88, 89-105.
- Gallardo-Ortiz, U., Pérez-Staples, D., Liedo, P., & Toledo, J. (2018^a). Sexual competitiveness, field survival, and dispersal of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) fruit flies irradiated at different doses. *Journal of Economic Entomology*, 111(2), 761-769.
- Gallardo-Ortiz, U., Pérez-Staples, D., Liedo, P., & Toledo, J. (2018b). Sexual competitiveness of fertile and sterile, wild and mass-reared males of *Anastrepha obliqua*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 166, 771-777.
- Gomez, H. (2006). Las moscas de la fruta. Produmedios. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/1916865/las-moscas-de-la-fruta-pdf> (Original work published 2006).
- Macía, J. M., & Barfod, A. S. (2000). Economic botany of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in Ecuador. *Economic Botany*, 54, 449-458.
- Martins De Almeida, L. B., Coelho, J. B., Uchoa, M. A., & Gisloti, L. J. (2019). Diversity of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit from Midwestern Brazil. *Florida Entomologist*, 102(3), 562.
- Mesquita, P. R. R., Magalhães-Junior, J. T., Cruz, M. A., et al. (2018). Sources of protein as food baits for *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae): Tests in a wind tunnel and the field. *Florida Entomologist*, 101(1), 20-24.
- Mengual, X., Kerr, P., Norrbom, A. L., Barr, N., Lewis, M. L., et al. (2017). Phylogenetic relationships of the tribe Toxotrypanini (Diptera: Tephritidae) based on molecular characters. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 113, 84-112.
- Miller, A., & Schaal, B. (2005). Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. *Proceedings of the national Academy of Science of the United States of America*, 102, 12801-12806.
- Morton, J. (1987). *Purple mombin*, p. 242-245. In Julia F. Morton (ed.). *Fruits of Warm Climates*. Creative Resource Systems, Inc. Miami, Florida, Estados Unidos de América.
- Murillo, F. D., Cabrera-Mireles, H., Barrera, J. F., Liedo, P., & Montoya, P. (2019). Intrinsic competition between resident and invasive parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) that attack the West Indian fruit fly *Anastrepha obliqua* under field conditions. *Biocontrol Sci and Techn*, 29(3), 230-240.
- Norrbom, A. L., Barr, N., Kerr, P. H., Mengual, X. (2018^a). Case 3772 - *Anastrepha* Schiner, 1868 (Insecta, Diptera, Tephritidae): Proposed precedence over *Toxotrypana* Gerstaecker, 1860. *The Bulletin of zoological nomenclature*, 75, 165-169.
- Norrbom, A.L.; Barr, N.B.; Kerr, P.; Mengual, X.; Nolasco, N.; et al. (2018b). Synonymy of *Toxotrypana* Gerstaecker with *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 120(4), 834-841.
- Norrbom, A. L., Carroll, L. E., Thompson, F. C., White, I. M., Freidberg, A. (1999a). Systematic database of names. En: Thompson F.C. (ed). *Fruit fly expert identification system and systematic information database*. Myia. p.65-251.
- Norrbom, A. L., R. A. Zucchi, & V. Hernandez-Ortiz. (2000). Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, pp. 299-342. In M. Aluja and A. L. Norrbom [eds.], *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. CRC Press, USA.
- Norrbom, A. L. (2004). Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). Diptera Data Dissemination Disk 2.
- Norrbom, A. L., & Korytkowski, C. A. (2009). A revision of the *Anastrepha robusta* species group (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa* (Nueva Zelanda). 2182, 1-91.
- Norrbom, A. L., & Korytkowski, C. A. (2011). New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa* (Nueva Zelanda) 2740, 1-23.
- Norrbom, A. L., Korytkowski, C. A. (2012). New species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), with a key for the species of the *megantha* clade. *Zootaxa* (Nueva Zelanda). 3478, 510-552.
- Norrbom, A. L., Korytkowski, C. A., Zucchi, R. A., Uramoto, K., et al. (2012). *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Version 16th. <http://delta-intkey.com/anatox/intro.htm>
- Norrbom, A. L., Rodriguez, E. J., Steck, G. J., Sutton, B. D., Nolasco, N. (2015). New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. *Zootaxa*. (Nueva Zelanda), 4041(1), 1-94.
- Norrbom, A. L., Zucchi, R. A., Hernández-Ortiz, V. (1999b). Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. En: Aluja, M.; Norrbom, A.L. (eds). *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. CRC Press. p.299-342.
- Oberländer, J., Lortzing, V., Hilker, M., & 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.
- Passos, J. F., Nascimento, D. B., Menezes, R. S., Adaipe, R., Araujo, et al. (2018). Genetic structure and diversity in Brazilian populations of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *PLoS One*, 13(12), 1-14.
- Peach, D. A. H., & Gries, G. (2020). Mosquito phytophagy - sources exploited, ecological function, and evolutionary transition to haematophagy. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 168(2), 120-136.
- Ramírez, H. B. C., Pimienta, B. E., Castellanos, R. J. Z. (2017). Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Revista Biología Tropical*, 56(2), 675-687.
- Ruiz-Arce, R., Islam, M. S., Aluja, M., & McPherson, B. A. (2019). Genetic variation in *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) in a highly diverse tropical environment in the Mexican State of Veracruz. *Journal of Economic Entomology*, 112(6), 2952-2965.
- Soto-Manitú, J., Chaverri, L. G., & Jiron, L. F. (1997). Notas sobre la biología y ecología de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae), plaga de plantas Anacardiaceas en América Tropical. I. formas inmaduras. *Agronomía Mesoamericana* 8(2), 116-120.
- Aphis (1994). Dairy heifer morbidity, mortality, and health management focusing on preweaned heifers. USDA Animal and Plant Health Inspection Services, CO, USA.
- Uramoto, K., Zucchi, R. A., Norrbom, A. L. (2016). Redescription of three species of *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) rediscovered in Brazil with the establishment of a new synonym. *Zootaxa*. (Nueva Zelanda), 3911(3), 411-423.
- Santos, R. P. D., Silva, J. G., & 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.
- Vázquez-Yanes, C., A.I. Bastis-Muñoz, M. I., Alcocer-Silva, M., Gual-Díaz, & C. Sánchez-Dirzo. (1999). Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO.
- Velasco-Cuervo, S. M., Aguirre-Ramírez, E., Gallo-Franco, J. J., Obando, R. G., Carrejo, N., & Toro-Perea, N. (2019). Saving DNA from museum specimens: The success of DNA mini-barcodes in haplotype reconstruction in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Advanced Research*, Cairo University, 16, 123-134.