



Short Note [Nota corta]

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA Y CRÍA DEL ÁFIDO *Toxoptera aurantii* BOYER DE FONSCOLOMBE (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN INVERNADERO †

[MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION AND REARING OF *Toxoptera aurantii* BOYER DE FONSCOLOMBE (HEMIPTERA: APHIDIDAE) IN A GREENHOUSE]

**Randy Atencio-Valdespino^{1,‡}, José Ángel Herrera-Vásquez^{1,‡},
Marta Higuera-Gómez², Alex Vásquez-Osorio²
and Edgar Moreno-Pérez^{2*}**

¹ Grupo de Investigación de Protección Vegetal, Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD), Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Ctra. Panamericana, Los Canelos, Santa María, Estafeta de Divisa, 0619 Herrera, Panamá / Sistema Nacional de Investigación (SNI), SENACYT, Panamá. Emails: randy.atencio@gmail.com; joshervs11@gmail.com

² Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Escuela de Biología, Ciudad Universitaria, Estafeta Universitaria, 3366, Panamá 4, Panamá. Emails: martahiguera19@gmail.com; hoolie2917@gmail.com; *edgar_emp@hotmail.com
*Corresponding author

SUMMARY

Background. Aphids are one of the insect groups with the greatest impact on agricultural production. They affect a wide range of hosts, including fruit trees such as citrus. **Objective.** Identify the main morphological characters and evaluate a rearing protocol for the aphid *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 (Hemiptera: Aphididae) in a room-temperature in protected environment. **Methodology.** Specimens were collected from citrus trees in production in the province of Coclé, infested branches were cut and placed in plastic containers for transport. Insects were separated for identification through micro slides, observed under a microscope and identified using taxonomic reference keys. Four treatments were established with mucuna (*Mucuna pruriens* [L.] DC.), canavalia (*Canavalia ensiformis* [L.] DC.), bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and orange jasmine (*Murraya paniculata* [L.] Jack) as host plants. Abundance was evaluated at 2 and 14 DAI. Data were analyzed by analysis of variance. For each treatment, 30 plants were used, and five aphids of different stages (two adults and three nymphs) were released on each plant. Plants were evaluated from 0 to 14 DAI (Days after infestation). Insect abundance was evaluated at 2 and 14 DAI. Data were analyzed by analysis of variance. **Results.** The morphological determinant characters of the species *T. aurantii* were identified. Statistically significant differences were observed between treatments ($p < 0.05$) at 2 and 14 DAI, where the host plant that highlighted was the orange jasmine with an average of 51.5 ± 55.95 specimens per plant at 14 DAI. **Implications.** This research implies the importance of identifying the aphid species and determining a plant that meets feeding preferences for aphid breeding. **Conclusions.** The use of orange jasmine at room temperature in greenhouses allows the establishment of offspring of the aphid *T. aurantii* 10.3 times greater than the initial population in periods of 14 DAI.

Keywords: Aphididae; multiplication; environmental temperature; feeding preferences.

RESUMEN

Antecedentes. Los áfidos constituyen unos de los grupos de insectos con mayor impacto en la producción agropecuaria. Afectan un amplio rango de hospederos, entre los cuales árboles frutales como los cítricos. **Objetivo.** Identificar los principales caracteres morfológicos y evaluar la planta de preferencia para la cría del

† Submitted January 12, 2023 – Accepted March 9, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4730>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

Orcid = R. Atencio Valdespino <http://orcid.org/0000-0002-8325-9573>. ‡ These authors have contributed equally to this work.

áfido de *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 (Hemiptera: Aphididae) en invernadero a temperatura ambiente. **Metodología.** Se colectaron los especímenes de cítricos en producción en la provincia de Coclé, se cortaron ramas infestadas y se colocaron en recipientes plásticos para su transporte. Los insectos fueron separados para identificarlos a través de micropreparados, observados en microscopio e identificados mediante el uso de claves taxonómicas de referencia. Se establecieron cuatro tratamientos con mucuna (*Mucuna pruriens* [L.] DC.), canavalia (*Canavalia ensiformis* [L.] DC.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y mirto (*Murraya paniculata* [L.] Jack) como plantas hospederas. Para cada tratamiento se utilizaron 30 plantas como unidades experimentales que fueron infestadas por cinco áfidos de diferentes estadios (dos adultos y tres ninfas) por cada planta. Las plantas fueron evaluadas desde los 0 a los 14 DDI (Días después de infestación). Se evaluó la abundancia a los 2 y 14 DDI. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza. **Resultados.** Se identificó los caracteres morfológicos determinantes de la especie *T. aurantii*. Se observaron diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos ($p < 0.05$) a los 2 y 14 DDI, donde la planta hospedera que destaco fue el mirto con un promedio de 51.5 ± 55.95 especímenes por planta a los 14 DDI. **Implicaciones.** Esta investigación implica la importancia de identificar la especie de áfido y determinar una planta que cumpla las preferencias alimentarias para la cría de áfidos. **Conclusiones.** La utilización del mirto a temperatura ambiente en condiciones de invernadero permite establecer crías del áfido *T. aurantii* 10.3 veces mayores a la población inicial en períodos de 14 DDI.

Palabras clave: Aphididae; multiplicación; preferencias alimentarias; temperatura ambiental.

INTRODUCCIÓN

Los áfidos o pulgones (Hemiptera: Aphididae), son un grupo de insectos constituido por más de 5,000 especies, de cuerpo blando, tamaño medio entre 1-10 mm y fitófagos succionadores de savia (Remaudière y Remaudière, 1997; Vázquez *et al.*, 2005; Sonya, 2007). Estos insectos presentan patrones diversos de alimentación, una alta tasa de reproducción, con capacidad partenogénica en los trópicos, y su capacidad para migrar a largas distancia, por lo que es uno de los grupos de insectos más importante a nivel agronómico en la actualidad afectando una gran diversidad de cultivos de importancia alimentaria (Moran, 1992; Blackman y Eastop, 2000; Delfino, 2005).

Los daños por áfidos en cultivos pueden ser directos o indirectos (Quisenberry y Ni, 2007). Los daños directos se deben a la extracción de productos de la fotosíntesis mediante la alimentación, esto causa clorosis, manchado y muerte de la hoja (Nault, 1997; Carrión *et al.*, 2005). Los daños indirectos de áfidos son causados al ser vectores de virus fitopatógenos (Fabre *et al.*, 2003). Se conocen al menos 620 virus fitopatógenos, de los cuales el 26 % son transmitidos por áfidos (Blackman y Eastop, 2000; Blackman y Eastop, 2007). Otro daño indirecto se relaciona con la aparición de hongos saprófitos que crecen sobre las excretas glucídicas de los áfidos, que reducen el proceso fisicoquímico de la planta (Álvarez *et al.*, 2004).

La producción de los cítricos presenta diversos problemas de plagas y enfermedades asociados a especies de áfidos a nivel mundial (Yokomi *et al.*, 1994; Sonya, 2007; Emmen y Vargas, 2012; Halbert y Brown, 2021). En América se han

registrado ataques a cultivos ocasionados por diversos insectos del orden Hemiptera que incluyen las especies de áfidos *Toxoptera aurantii* Boyer, *Toxoptera citricida* Kirkaldy, *Aphis spiraeicola* Patch y *Aphis gossypii* Glover (Badii y Abreu, 2006). El pulgón negro de los cítricos *T. aurantii* se distribuye en regiones tropicales y subtropicales del mundo como una de las principales plagas de los cítricos al dañar brotes y causar serias deformaciones (Ortiz, 1980).

El áfido *T. aurantii* chupa el envés de las hojas, los cojinetes florales o los pedúnculos y las frutas pequeñas de cítricos, que reduce rendimientos al prevenir la formación de frutos o provocando necrosis y muerte de los brotes afectados; poblaciones de esta especie de áfido viven con hormigas que las protegen de enemigos naturales (Valarezo *et al.*, 2012). La especie *T. aurantii* se reportó sobre plantas de siete familias botánicas, incluyendo especialmente el género *Citrus* dentro de la familia Rutaceae (Ng y Perry, 2004; Halbert y Brown, 2021).

Los áfidos también afectan la producción de cítricos en Panamá, con reportes de tres especies de áfidos asociados en cítricos, el pulgón café de los cítricos *T. citricida*, pulgón negro de los cítricos *T. aurantii*, y pulgón verde de los cítricos *A. spiraeicola* Patch (Quirós y Emmen, 2006). Actualmente, la solución empleada para controlar rápidamente las poblaciones de áfidos plaga es mediante control químico, lo que provoca un serio impacto a la salud humana y ambiental, incluyendo la disminución de la actividad de sus enemigos naturales (parasitoides y depredadores), provocando el resurgimiento de estas plagas (Croft, 1990; García, 1998).

El control biológico es una alternativa eficiente y libre de riesgo al uso de productos químicos (Motta-Delgado y Murcia-Ordoñez, 2011). La implementación del control biológico requiere pruebas en laboratorio y campo, que integra la cría y manipulación intencional de poblaciones benéficas de parásitos, parasitoides, microorganismos patógenos y depredadores, para el control de plagas cuya presencia es perjudicial (Quiroz-Medina *et al.*, 2021).

Para la cría y multiplicación de áfidos se han desarrollado diversas metodologías, como la cría de *T. aurantii* dentro de jaulas de tela en brotes de tres meses de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) y limón (*Citrus aurantifolia* [Christm.] Swingle) (Tapia, 2021). Un método de crianza de *Aphidius ervi* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae) con el áfido *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hemiptera: Aphididae) fue desarrollado utilizando como hospedero plantas de habas (*Vicia faba* L.) (Zuazúa *et al.*, 2000). Emmen y Quirós (2006) criaron la especie *T. citricida* sobre plantas de naranja dulce (*Citrus sinensis* Osbeck) para pruebas de diferentes densidades del depredador *Ocyrtamus gastrostactu* (Diptera: Syrphidae). Martínez (2009) evaluó la mortalidad de *T. citricida* sobre brotes de naranja (*C. sinensis*) para criar y usar el primer estadio del áfido en bioensayos con hongos entomopatógenos.

En Panamá no se cuenta con estudios de plantas de preferencia para la cría de áfidos en condiciones de invernadero con temperatura ambiente que permitan desarrollar estudios biológicos, de comportamiento, pruebas de depredación y parasitismo de enemigos naturales que puedan ser utilizados dentro de planes de manejo integrado de esta especie de áfido en cítricos. El objetivo del presente estudio fue identificar los principales caracteres morfológicos y evaluar una planta de preferencia para la cría del áfido *T. aurantii* (Hemiptera: Aphididae) en invernadero a temperatura ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo de septiembre a diciembre de 2022 dentro del Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD) (Provincia de Herrera) del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Dentro del invernadero se registró una temperatura mínima de 18 °C, máxima de 37 °C y promedio de 27 °C con una humedad relativa promedio de 82.4%, pero no se consideró como factores de comparación dentro del estudio, porque dentro del mismo se indica que se realizó

bajos los términos de temperatura ambiente de manera simultánea.

Colecta de especímenes, identificación y establecimiento de cría de *T. aurantii*.

Los áfidos de *T. aurantii* adultos y ninfas para infestar las plantas de los tratamientos fueron capturados de una plantación de cítricos de *C. sinensis* y *C. aurantifolia* en etapa de floración y fructificación, ubicada en Churuquita Grande, provincia de Coclé (8°37'05.3"N; 80°15'06.7"W).

Los insectos fueron colectados directamente de las plantas utilizando como guía el método de Quirós y Emmen (2006), a través de un recorrido en zigzag de 10 plantas espaciadas a 10 metros cada una, inspeccionando las hojas de cada planta preferiblemente de brotes inmaduros para revisar las colonias presentes con ayuda de una lupa de 3X. Cuando se observaron colonias de áfidos, se cortaron las ramas infestadas con una tijera de podar, colectando el mayor número posible de especímenes ninfas, adultos ápteros y alados.

Las ramas fueron colocadas en recipientes de plástico de 8.5 cm de diámetro y 120 cm³ de capacidad con tapas acondicionadas con malla antiáfidos. Los áfidos fueron llevados al laboratorio del CIAD para la clasificación morfológica y establecimiento de la crianza.

Identificación del áfido *T. aurantii*

Las muestras destinadas a identificación en el Laboratorio de Protección Vegetal (LPV) del CIAD, fueron conservadas en alcohol al 70 % y con ayuda de un estereoscopio se procedió a separar los áfidos por ninfa, adultos ápteros y alados. Posteriormente, se realizó la preparación y montaje según el método de Voegtlin *et al.* (2003).

Para los micropreparados se procedió a hervir en KOH (Hidróxido de potasio) al 10 % los especímenes por alrededor de 3 minutos, para aclarar sus estructuras internas. Para extraer el KOH se procedió a lavar los especímenes con agua destilada de cinco a seis veces, para dejar remojado durante 5 minutos en cada cambio de agua. Posterior se añadió ácido acético glacial y se dejó reposar por 2-3 minutos hasta terminar de limpiar las estructuras internas. Luego se hizo la decantación del ácido acético y se añadió alcohol al 70 % durante 5 minutos, momento que se logró la clarificación de los especímenes.

Para los montajes en lámina, se colocó una gota de bálsamo de Euparal centrado en el portaobjeto, se colocó el espécimen en posición dorsal con los

apéndices bien separados y el rostro hacia un lado. Se fija la lámina con un cubreobjeto limpio y se recubrieron los bordes con esmalte de uñas transparente. Finalmente, se procedió a rotular cada placa con los datos de colecta y se procedió a observar en microscopio los caracteres e identificar los especímenes según las claves taxonómicas de Voegtlin *et al.* (2003) y Halbert y Brown (2021).

Infestación de áfidos dentro de las plantas hospederas de los tratamientos

Dentro del estudio se utilizaron las siguientes plantas hospederas para establecer las crías del áfido como tratamientos: 1) Mucuna *Mucuna pruriens* (L.) DC. (Fabales: Fabaceae), 2) Canavalia *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (Fabales: Fabaceae), 3) Frijol *Phaseolus vulgaris* L. (Fabales: Fabaceae) y 4) Mirto *Murraya paniculata* (L.) Jack (Sapindales: Rutaceae).

Para cada tratamiento, se establecieron 30 plantas como unidades de cría (unidad experimental). Cada planta fue infestada con cinco áfidos de diferentes estadios (dos adultos hembras [se reproducen por partenogénesis (Quirós y Emmen, 2006)] y tres ninfas) con ayuda de un pincel humedecido, para un total de 150 especímenes por tratamiento (600 especímenes en total). Todas las plantas utilizadas en los tratamientos sobrevivieron durante los días de evaluación.

La infestación de los especímenes dentro de cada tratamiento utilizó la metodología desarrollada por Sermeño (1996). Las plantas de la familia Fabaceae (canavalia, frijol y mucuna) fueron seleccionadas a dos semanas después de la siembra, coincidiendo con el desarrollo de las dos primeras hojas y las plantas de mirto seleccionadas a 10 cm de altura. Las plantas permanecieron vivas durante el desarrollo del estudio en cada tratamiento.

Evaluación de las plantas

Diariamente durante los 14 días después de la infestación (DDI) fueron registradas la cantidad de especímenes de áfidos presentes por unidad experimental con la utilización de una lupa 3X.

Análisis estadístico

Los datos diarios de los especímenes fueron registrados hasta los 14 DDI en una hoja de cálculo del software Microsoft Excel 2016. Los datos diarios de la cantidad de especímenes presentes por tratamiento fueron graficados.

Los datos de especímenes fueron sometidos a una prueba de normalidad. A partir del resultado se

aplicó una prueba paramétrica de Análisis de la Varianza (ANOVA) simple para realizar una prueba de rangos múltiples de Fisher (LSD) para los datos de tratamientos a los dos y 14 DDI. Los datos de los tratamientos con diferencia estadística significativa fueron sometidos a una prueba de regresión simple que incluyó desde cero hasta 14 DDI. Para realizar estos análisis se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de áfido

Para determinar la especie se ocuparon quince micropreparados (cinco de ninfas, cinco de adultos ápteros y cinco adultos alados). Los caracteres determinantes para el diagnóstico de *T. aurantii* incluyeron cuerpo de 1.1-1.8 mm, vena media del ala anterior bifurcada una vez, segmentos antenales III-V pálidos, con las puntas oscuras; sinfúnculo ligeramente más largo que la cauda, imbricados, estrechándose de la base hacia el ápice distal (Figura 1, 2 y 3), que son los caracteres descritos por Voegtlin *et al.* (2003) y Halbert y Brown (2021) para la identificación de dicha especie, ahora utilizando especímenes capturados en Panamá. La identificación morfológica de los especímenes es esencial para iniciar una investigación con insectos.

Resultados de los tratamientos de plantas para cría de áfidos

Los resultados del ANOVA simple aplicado a los dos días posterior a la infestación indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos del estudio ($p < 0.05$), donde la planta hospedera de preferencia alimentaria que destacó al mantener e incrementar los especímenes de áfido fue el “mirto” *Murraya paniculata* con un promedio de 11.967 ± 8.18 especímenes por planta (Tabla 1) con un incremento de 2.4 veces los especímenes de áfidos totales iniciales por planta. Los tratamientos de las plantas hospederas canavalia, frijol y mucuna no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) entre ellos con menos de dos especímenes por planta.

Los resultados del ANOVA simple a los 14 días posterior a la infestación indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos del estudio ($P < 0.05$), donde la planta hospedera de preferencia alimentaria que destacó al mantener e incrementar las poblaciones del áfido fue el mirto con un promedio de 51.5 ± 55.95 especímenes por planta (Tabla 1) con un incremento de 10.3 veces los especímenes de áfidos totales iniciales por planta. Los tratamientos de plantas hospederas de canavalia, frijol y mucuna

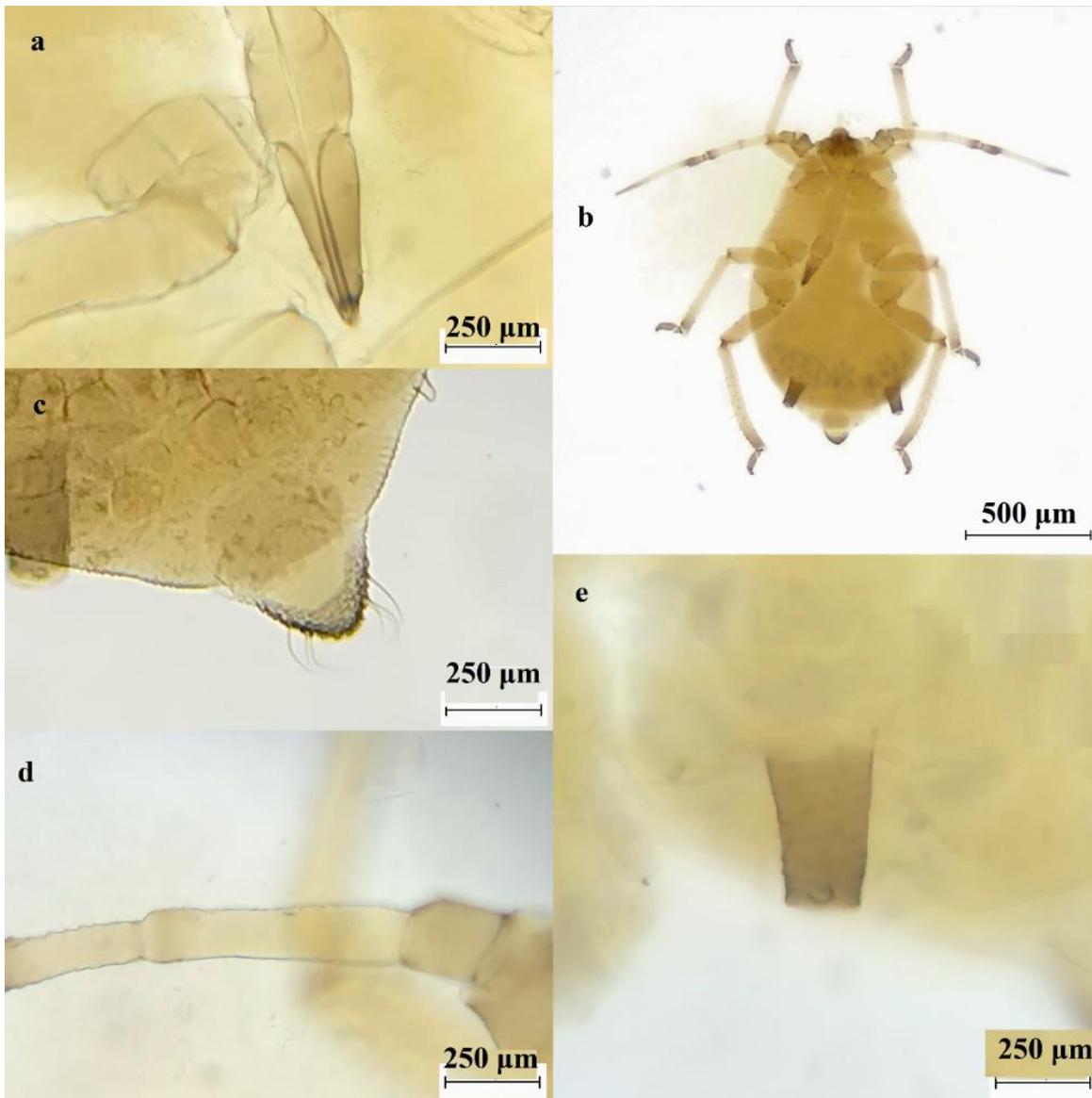


Figura 1. Ninfa de *Toxoptera aurantii*. a) Segmentos rostrales. b) Cuerpo. c) Cauda. d) Segmentos antenales I-III. e) Sifúnculo.

no mostraron diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ellos porque para esta fecha ya no habían sobrevivido especímenes en estas plantas que aún se mantenían sanas.

Los 150 especímenes de áfidos dentro de los tratamientos de canavalia, frijol y mucuna murieron paulatinamente hasta los cuatro DDI (0 % de sobrevivencia), en cambio los especímenes de áfidos establecidos en las plantas de mirto se incrementaron 10.3 veces a partir de la infestación inicial hasta los 14 días (que se estableció como fecha para obtener los especímenes para estudios de laboratorio en un plazo de dos semanas) (Figura

4). No se registraron pérdidas por mortalidad en todas las plantas ocupadas como hospedero.

Los datos obtenidos a los 14 DDI en las plantas de mirto indicaron que existe un coeficiente de correlación de 0.9872 y $R^2 = 97.4651$ ($P > 0.05$) que indica que el modelo de regresión se ajusta a los datos reales y que existe una fuerte relación entre las variables DDI de las plantas de mirto y los especímenes de áfidos presentes, el mismo que permite establecer un modelo lineal ($Y = a + b \cdot X$) ajustado a los 14 días, donde la fórmula que potencialmente se podría aplicar es:

Especímenes de áfidos = $48.075 + 36.475 * \text{DDI}$, donde el valor de la intercepción corresponde a 48.075 y el valor de la pendiente a 36.475.

La utilización del mirto *M. paniculata* resultó excelente para la cría de *T. aurantii*, especie vegetal utilizada como planta hospedera para la cría y establecimiento del psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y en ella llevarse estudios de hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, sobre todo por la facilidad de trabajar con plantas de menos de 40 cm, obtener nuevos brotes y colectas de especímenes cada 15 días bajo condiciones de laboratorio (Pérez-Artiles *et al.*, 2017; Chirinos *et al.*, 2018).

Con respecto a la utilización de plantas de la familia Fabaceae existen experiencias con las crías de áfidos como el caso de *Aphis craccivora* Koch sobre el fríjol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) (De La Pava y Sepúlveda Cano, 2015), *Myzus persicae* (Sulz Er) y *Aphis fabae* Scop Olí sobre cultivares de remolacha (*Beta vulgaris* L.) (Caryophyllales: Amaranthaceae) y poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) (Rabales: Fabaceae) en condiciones controladas de laboratorio (López *et al.*, 2011), para este estudio no resultaron ser las mejores plantas hospederas para la cría del áfido *T. aurantii*.

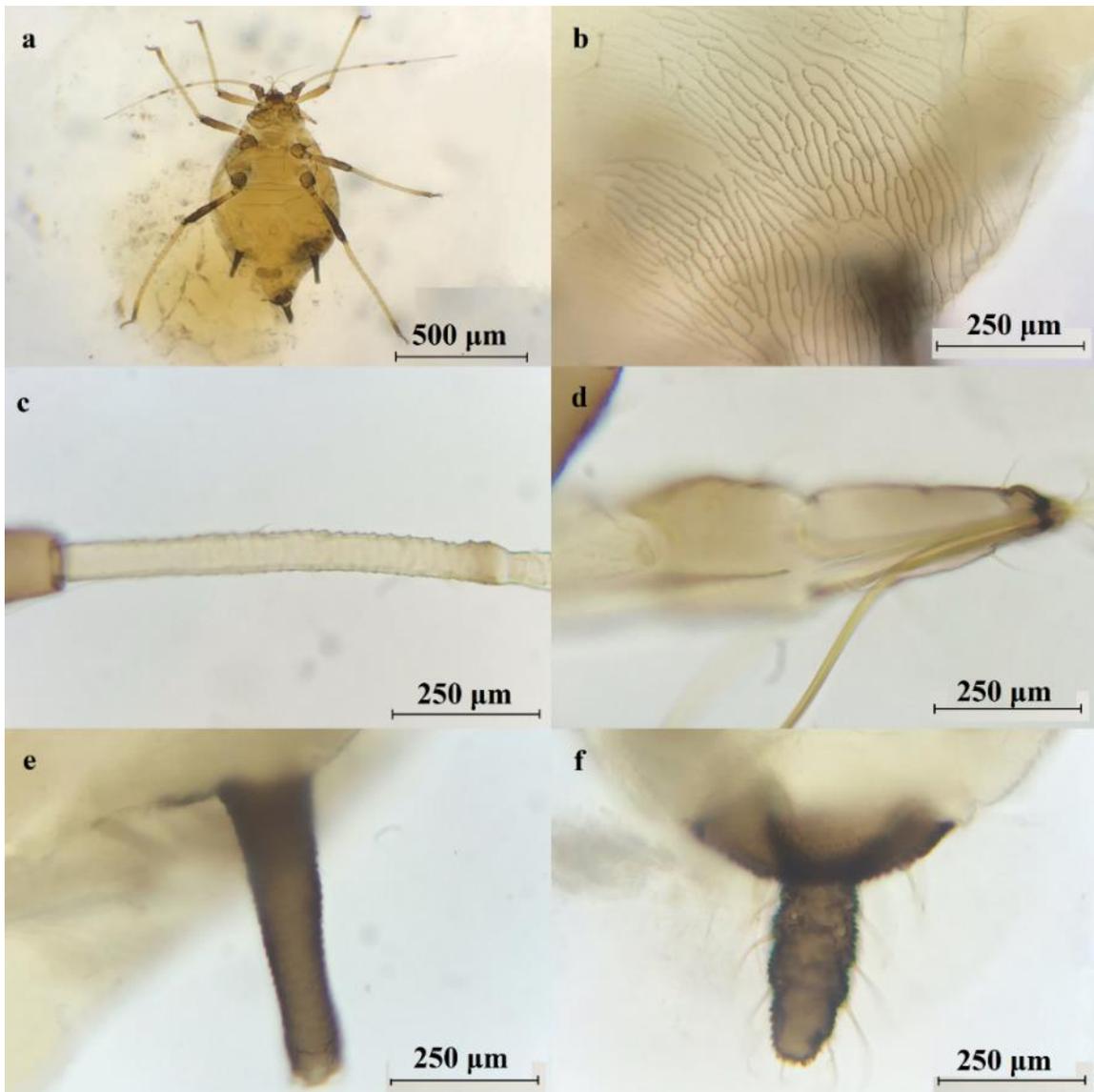


Figura 2. Adulto áptero de *Toxoptera aurantii*. a) Cuerpo. b) Superficie ventral del abdomen mostrando rebordes (órgano estridulador). c) Segmento antenal III. d) Segmentos rostrales. e) Sifúnculo. f) Cauda.

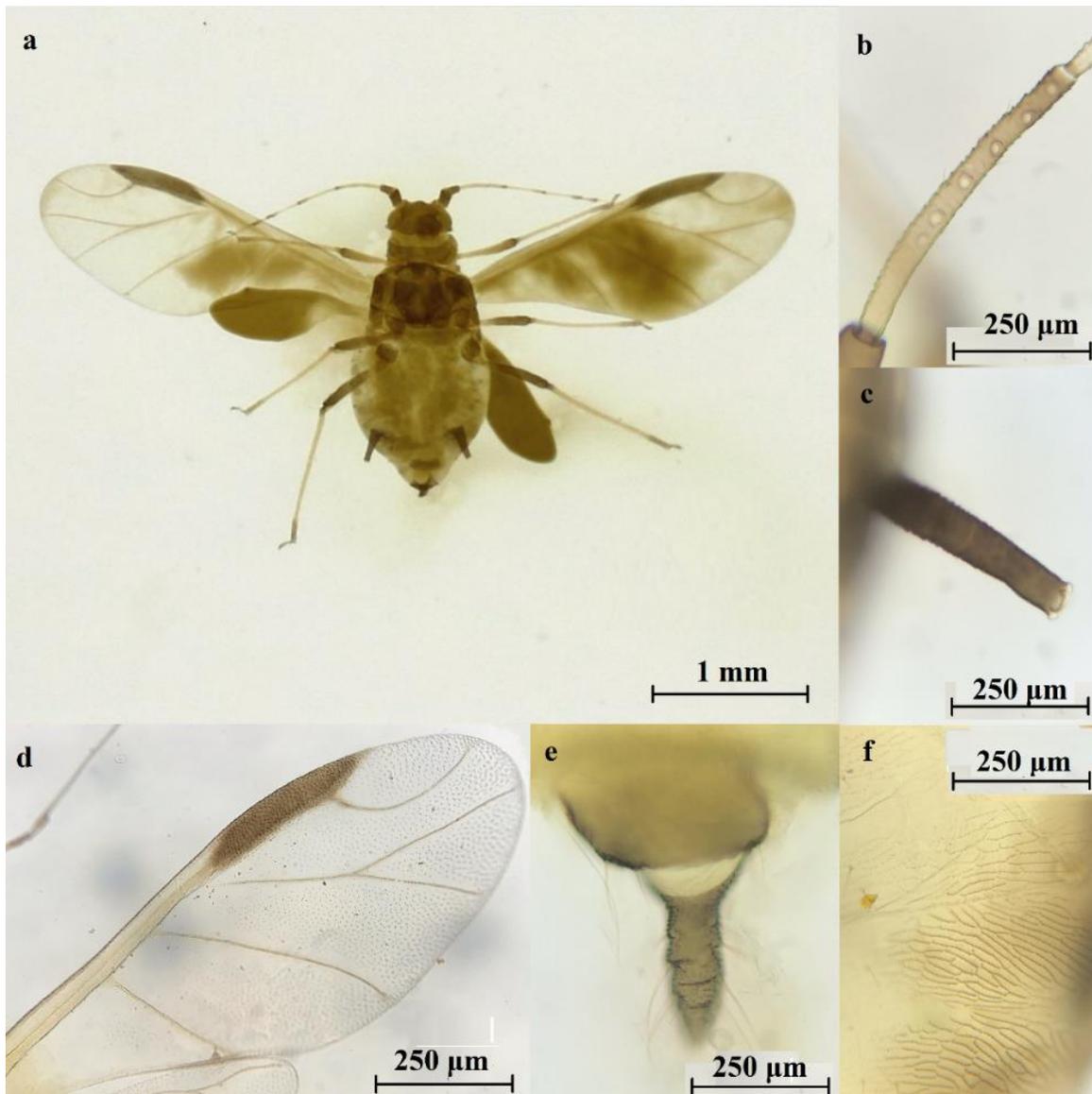


Figura 3. Adulto alado de *Toxoptera aurantii*. a) Cuerpo. b) Segmento antenal III. c) Sifúnculo. d) Ala anterior. e) Cauda. f) Superficie ventral del abdomen mostrando rebordes (órgano estridulador).

También existe el registro sobre plantas de habas (*V. faba*) con el áfido *A. pisum* para la cría del parasitoide *A. ervi* y la realización de ensayos toxicológicos sobre el parasitoide en condiciones de laboratorio en cámaras de cría a 20 °C, sin detallar información de días para el desarrollo de los áfidos (Zuazúa *et al.*, 2000).

Los estudios para establecer crías del áfido *T. aurantii* indicaron resultados prometedores con el uso de brotes frescos de cacao con el fin de ser utilizados para pruebas de diferentes concentraciones de insecticidas naturales en condiciones de laboratorio (Tapia, 2021), pero no con el uso de plantones como el presente estudio.

Tabla 1. Promedio de especímenes de áfidos a los 2 y 14 DDI (días después de la infestación) de las plantas en tratamiento.

Planta hospedera	Promedio de áfidos por planta 2 DDI	Promedio de áfidos por planta 14 DDI
Mirto	11.97 ± 8.18 a*	51.5 ± 55.95 a*
Frijol	1.93 ± 1.48 b	0.0 b
Mucuna	1.20 ± 1.97 b	0.0 b
Canavalia	0.43 ± 1.25 b	0.0 b

*Letras diferentes son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba LSD ($p < 0.05$).

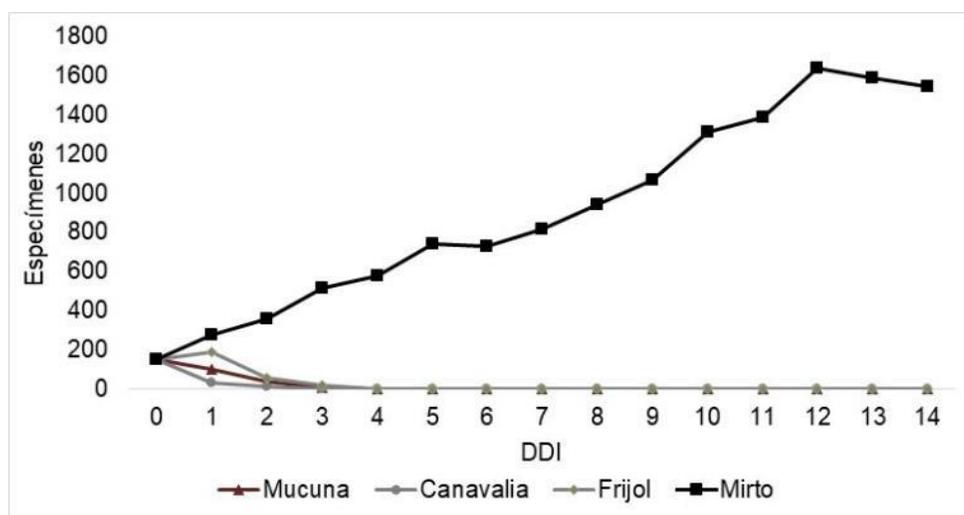


Figura 4. Incremento en la abundancia de áfidos luego de 14 DDI en las plantas hospederas en tratamientos.

Con la especie de áfido *T. citricida* se establecieron crías con el uso de la planta *C. sinensis* con el fin de ser utilizadas para pruebas con insectos depredadores como el caso del sírfido depredador *O. gastrostacus*, pero los estudios consistieron en colocar especímenes del áfido en las plantas de cítrico para observar la depredación en un plazo de 24 horas (Emmen y Quirós, 2006), pero no para evaluar el incremento de su población como ocurrió en el presente estudio.

Ensayos para la cría de *T. citricida* en Panamá utilizaron cortes de brotes nuevos de naranja (*C. sinensis*) para mantener ninfas de primer estadio del áfido para pruebas con aislados de hongos entomopatógenos (Martínez, 2009), pero no para mantener las ninfas directamente sobre las plantas como ocurrió en el presente estudio con el mirto.

CONCLUSIONES

Entre los caracteres determinantes para adultos y ninfas del áfido *Topxoptera aurantii* se incluyen los asociados al cuerpo, segmento antenal III, sífinculo, ala anterior, cauda y superficie ventral del abdomen mostrando rebordes.

La utilización del mirto (*Murraya paniculata*) para mantener crías a temperatura ambiente en invernadero permite establecer crías 10.3 veces mayores a la población inicial en períodos de 14 DDI (Días después de la infestación).

Agradecimientos

Al Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD) del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y al Centro Regional Universitario de Coclé de la Universidad de Panamá. El autor Randy Atencio-Valdespino y

José Ángel Herrera-Vásquez agradecen al Sistema Nacional de Investigación (SNI) de la SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación) de Panamá.

Funding. This study was funded by IDIAP and SNI-SENACYT grant.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest in carrying out the research work from which they derived the data used.

Compliance with ethical standards. Does not apply.

Data availability. Data are available upon reasonable request with the corresponding author.

Author contribution statement (CRediT). **R. Atencio-Valdespino** - Conceptualization, supervision, formal analysis, writing original draft, review & editing., **J.A. Herrera-Vásquez** - Conceptualization, supervision, formal analysis, writing original draft, review & editing., **M. Higuera-Gómez** - Data curation & writing., **A. Vásquez-Osorio** - Conceptualization, data curation & writing.; **E. Moreno-Pérez** - Formal analysis, writing- review & editing.

REFERENCIAS

Álvarez Álvarez, A., Feito Díaz, I. and Seco Fernández, M.V., 2004. Dinámica de vuelo de los áfidos (Homoptera: Aphididae) plaga de la judía de Asturias (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con las condiciones ambientales. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 30, pp. 533-546.

- <https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf plagas%20FBSV P-30-03-533-546.pdf>
- Badii, M.H. and Abreu, J.L., 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 1(1), pp. 82-89. [http://www.spentamexico.org/v1-n1/1\(1\)%2082-89.pdf](http://www.spentamexico.org/v1-n1/1(1)%2082-89.pdf)
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F., 2000. Aphids on the world's crops: an identification and information guide (Ed. 2). New York: John Wiley & Sons, 476 p.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F., 2007. Taxonomic Issues, in: van Emden, H.F. and Harrington, R. (Eds.), *Aphids as Crop Pests*, CABI, Wallingford, United Kingdom, pp. 1-29. <http://dx.doi.org/10.1079/9780851998190.0001>
- Carrión, F., Bao, L., Maeso, D. and Altier, N., 2005. Estudios de transmisión de AMV y Potyvirus por áfidos en condiciones controladas. *Enfermedades virales del trébol rojo en Uruguay: Avances de la investigación en el período, 1994-2004*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2895/1/111219240807150200.pdf>
- Chirinos, D.T., Chávez, Y. and Castro, R., 2018. Biología y estadísticos poblacionales del psílido de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en dos condiciones de cría sobre *Murraya paniculata* L. *Bioagro*, 30(3), pp. 221-226. [http://www.ucla.edu/ve/bioagro/REV30\(3\)/6.%20ms%201802.pdf](http://www.ucla.edu/ve/bioagro/REV30(3)/6.%20ms%201802.pdf)
- Croft, B.A., 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. New York: John Wiley & Sons, 723 p
- Delfino, M.A., 2005. Inventario de las asociaciones áfido-planta en el Perú. *Ecología aplicada*, 4(1-2), pp. 143-148. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162005000100019&lng=es&tlng=es
- De La Pava, N. and Sepúlveda Cano, P.A., 2015. Biología del áfido negro (*Aphis craccivora*: Aphididae) sobre fríjol Caupi (*Vigna unguiculata*, Fabaceae). *Acta Biológica Colombiana*, 20(3), pp. 93-97. <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.43064>
- Emmen, D.A. and Quirós, D.I., 2006. Estudio preliminar sobre la capacidad de depredación de *Ocyptamus gastrostactus* (Diptera: Syrphidae) sobre *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae) en cítricos. *Tecnociencia*, 8(1), pp. 153-166. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/723>
- Emmen, D. and Vargas, A., 2012. Fluctuación poblacional de Áfidos (Hemiptera: Aphididae) en Plantaciones de Cítricos de la Provincia de Coclé, Panamá. *Tecnociencia*, 14(2), pp. 117-132. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/1007>
- Fabre, F., Kervarrec, C., Mieuze, L., Riault, G., Vialatte, A. and Jacquot, E., 2003. Improvement of Barley yellow dwarf virus-PAV detection in single aphids using a fluorescent real time RT-PCR. *Journal of Virological Methods*, 110(1), pp. 51-60. [https://doi.org/10.1016/S0166-0934\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0166-0934(03)00097-1)
- García, J.E., 1998. Intoxicaciones agudas con plaguicidas: costos humanos y económicos. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 4(6), pp. 383-387. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/1998.v4n6/383-387>
- Halbert, S.E. and Brown, L.G., 2021. Brown Citrus Aphid, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Insecta: Hemiptera: Aphididae). Fla. Dept. Agric. & Consumer Services Division of Plant Industry. 374. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN133>
- López, M.C, Kahan, A, Vasicek, A. and La Lossa, F., 2011. Parámetros Biológicos y Poblacionales de los Áfidos *Myzus Persicae* (Sulz Er) y *Aphis fabae* Scop Olí (Hemiptera: Aphididae) sobre cultivares de remolacha (*Beta vulgaris* L.) (Caryophyllales: Amaranthaceae) y poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) (Rabales: Fabaceae) en condiciones controladas. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 10(1-2), pp. 61-68. <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script>

- [=sci_arttext&pid=S1666-77192011000100006&lng=es&tlng=es](#)
- Martínez Batista, E., 2009. *Selección de hongos entomopatógenos para el control biológico de áfidos (T. citricida) de Coclé*. Tesis presentada como uno de los requisitos para optar al grado de maestro en microbiología ambiental. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. <http://up-rid.up.ac.pa/645/>
- Moran, N.A., 1992. The evolution of aphid life cycles. *Annual review of entomology*, 37(1), pp. 321-348. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.001541>
- Motta-Delgado, P.A. and Murcia-Ordoñez, B., 2011. Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2), pp. 77-90. <https://www.redalyc.org/pdf/928/92819767006.pdf>
- Nault, L.R., 1997. Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. *Annals of the entomological Society of America*, 90(5), pp. 521-541. <https://doi.org/10.1093/aesa/90.5.521>
- Ng, J.C. and Perry, K.L., 2004. Transmission of plant viruses by aphid vectors. *Molecular plant pathology*, 5(5), pp. 505-511. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2004.00240.x>
- Ortiz P., M., 1980. Aphididae (Homoptera) Procedentes de Ceja de Selva: Tingo María (Huánuco-Perú). *Revista Peruana de Entomología*, 23(1), pp. 119-120. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/729>
- Pérez-Artiles, L., Busoli, A.C., Sotelo, P.A. and Arcila, A.M., 2017. Biología y parámetros reproductivos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en diferentes hospederos de Rutaceae. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), pp. 141-150. <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i2.5934>
- Quirós, D.I. and Emmen, D.A., 2006. Diversidad biológica de los áfidos (Hemiptera: Aphididae) de Panamá. *Tecnociencia*, 8(2), pp. 63-75. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/748>
- Quiroz-Medina, C.R., Chávez, D.J., Lanuza-Reyes, C.R., Moreno-Mayorga, L.F. and Rosales Gonzales, I.E., 2021. Patogenicidad de hongos entomopatógenos en termitas en plantaciones de Moringa oleífera, Posoltega Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 7(14), pp. 1741-1752. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v7i14.12851>
- Quisenberry, S.S. and Ni, X., 2007. Feeding Injury. CABI International, 331 p. <https://doi.org/10.1079/9780851998190.0331>
- Remaudière, G. and Remaudière, M., 1997. *Catalogue of the world's Aphididae: Homoptera Aphidoidea*. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69275>
- Sermeño Chicas, J.M., 1996. *Determinación de la capacidad de búsqueda de Lysiphlebus testaceipes (Hymenoptera: Aphididae) sobre Aphis gossypii (Homoptera: Aphididae)*. Tesis para optar por el título de Maestro en Ciencias con especialización en Entomología Agrícola. <http://up-rid.up.ac.pa/2834/>
- Sonya, B., 2007. *Aphids in citrus*, Deptt. of Agric. y Food. Govt. of West Australia. Note 242
- Tapia Gualpa, K.L., 2021. *Evaluación de efectos letales y subletales de extractos de neem y tabaco en el control del pulgón del cacao (Toxoptera aurantii)* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ). <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6492>
- Valarezo, O., Cañarte, E. and Navarrete, B., 2012. Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 7, pp. 34-42. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087699>
- Vázquez, L., Fernández, E., Luzardo, J., García, T., Alfonso, J. and Ramírez, R., 2005. Manejo agroecológico de plagas en fincas de la Agricultura Urbana

- (MAPFAU). *Ciudad de La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*. Ed. CIDI SAV (Centro de Información y Documentación de plagas en fincas de la Agricultura Urbana).
- Voegtlin, D., Villalobos, W., Sánchez, M.V., Saborío, G. and Rivera, C., 2003. A guide to the winged aphids (Homoptera) of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 51(2), pp. 1-214. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26357>
- Yokomi, R.K., Lastra, R., Stoetzel, M.B., Damsteegt, V.D., Lee, R.F., Garnsey, S.M. and Niblett, C.L., 1994. Establishment of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) in Central America and the Caribbean Basin and transmission of citrus tristeza virus. *Journal of Economic Entomology*, 87(4), pp. 1078-1085. <https://doi.org/10.1093/jee/87.4.1078>
- Zuazúa, F.E., Araya, J.E. and Guerrero, M.A., 2000. Método de crianza de *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae) sobre *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 26(3), pp. 433-437. https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas/BSVP-26-03-433-437.pdf