Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

Ingeniería Agronómica

Proyecto Especial de Graduación

Diversidad e importancia de los áfidos (Hemiptera: Aphididae) en Zamorano

Estudiante

Wilmar Alexander Mendez Tadeo

Asesores

Jesús Orozco, Ph.D.

Katerin Aguilar, Lcda.

Honduras, octubre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros....4

Índice de Figuras....5

Resumen....7

Abstract....8

Introducción....9

Materiales y Métodos....12

Área de Estudio....12

Recolección de Especímenes....12

Preparación de los Especímenes....14

Montaje e Identificación de los Especímenes....14

Toma de Fotografía....14

Resultados y Discusión....15

Sinopsis de las Especies Encontradas....16

Aphis Gossypii Glover....17

Aphis spiraecola Patch....20

Toxoptera Citricidus (Van der Goot)....22

Toxoptera aurantii (Boyer de Fonscolombe)....25

Clave de Identificación de las Especies de Áfidos en Zamorano....29

Conclusiones....31

Recomendaciones....32

Referencias....33

Índice de Cuadros

Cuadro 1 cultivos y hospederos de áfidos en la escuela agrícola panamericana, zamorano, honduras, de octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024 13

Cuadro 2 diversidad y abundancia de áfidos recolectados en la escuela agrícola panamericana, zamorano, honduras, de octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024 15

Cuadro 3 géneros y especies de áfidos encontrados en la escuela agrícola panamericana, zamorano, honduras, de octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024 16

Índice de Figuras

Figura 1 Trampas amarillas para la captura de áfidos colocadas en lotes cultivados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de septiembre-noviembre 2023 y mayo-julio 2024.....13

Figura 2 Abundancia de áfidos en lotes muestreados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de octubre-noviembre 2023 y mayo-julio 2024.....17

Figura 3 Vista ventral de Aphis gossypii Glover (10X), encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 17

Figura 4 Vista de; sifúnculos y cauda (A), antena (B) de Aphis gossypii (40X), luego de proceso de macerado, encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....18

Figura 5 Cultivo de zapallo (Cucurbita pepo) y chile habanero (Capsicum chinense) afectado por Aphis gossypii con clorosis encontrado en los módulos de agricultura regenerativa y conservación y manejo de suelos, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....19

Figura 6 Vista Ventral de Aphis spiraecola Patch (10X), encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 20

Figura 7 Vista de: Antena (A); Sifúnculos y cauda (B) de Aphis spiraecola Patch (40X), luego de proceso de macerado encontrado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 21

Figura 8 Aphis spiraecola encontrada en maleza Pata de gallina (Eleusine indica), en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....22

Figura 9 Vista ventral de Toxoptera citricidus (10X), luego del proceso de macerado, encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....23

Figura 10 Vista de: cauda y sifúnculos (A), Antena (B) de Toxoptera citricidus (40X), encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....23

Figura 11 Halos amarillos en hoja de Pepino (Cucumis sativus) en el haz (A) y envés(B) de la hoja causadas por Toxoptera citricidus, encontrada en el Módulo de Manejo de suelos, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 25

Figura 12 Vista ventral de Toxoptera aurantii (10X) después del proceso de macerada encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....26

Figura 13 Vista de: cauda y sifúnculos con aparato estridulador presente (A) y antena con bandas (B) de Toxoptera aurantii atraves de un microscopio OMAX (40X), despues de proceso de macerado encontrado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 26

Figura 14 Toxoptera aurantii encontrada en Laurel benjamín (Ficus benjamina) en el Módulo de Ornamentales, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de julio-mayo 2024 28

Resumen

La familia Aphididae incluye insectos plaga de gran importancia economica en la agricultura. En Zamorano el conocimiento de este grupo es poco, limitando el establecimiento de estrategias precisas de control; por ello, el presente estudio tuvo como objetivo explorar la diversidad e importancia económica de los áfidos en la zona, establecer una colección de referencia, y crear una clave de identificación de las especies encontradas. El estudio se realizó en los meses de septiembre-noviembre del 2023 y mayo-julio del 2024, la recolecta se hizo de forma manual y con el uso de trampas amarillas con agua y jabón en diversos cultivos de la zona de estudio. Se encontraron cuatro especies; *Aphis gossypii* Glover, *Aphis spiraecola* Patch, *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) y *Toxoptera citricidus* (Van der Goot). *Aphis gossypii* fue la especie más abundante con 634 ejemplares, estando presente la mayoría de los cultivos y causando clorosis y virus del mosaico. *Toxoptera aurantii* fue la segunda especie más común con 23 ejemplares encontrados en maíz (*Zea mays*), pata de gallina (*Eleusina indica*), y laurel benjamín (*Ficus benjamina*); no se se obervaron daños causados por esta especie. *Aphis spiraecola* se encontró en bajos números en sorgo (*Sorghum bicolor*) y en pata de gallina (*Eleusine indica),* sin causar daños. *Toxoptera citricidus* se encontró también en bajos números y exclusivamente en pepino (*Cucumis sativus*) causando halos amarillos en las hojas de las plantas. La colección de referencia y la clave creada ahora permiten la identificación rápida de los áfidos de la zona de estudio.

Palabras clave: Agricultura, clave, fotosíntesis, plaga, trampas amarillas.

Abstract

The family Aphididae includes pest insects of great economic importance in agriculture. In Zamorano the knowledge of this group is little, limiting the establishment of precise control strategies; therefore, the present study aimed to explore the diversity and economic importance of aphids in the area, establish a reference collection, and create a key for the identification of the species found. The study was carried out during the months of September-November 2023 and May-July 2024, the collection was done manually and with the use of yellow traps with soap and water in various crops in the study area. Four species were found: *Aphis gossypii* Glover, *Aphis spiraecola* Patch, *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) and *Toxoptera citricidus* (Van der Goot). *Aphis gossypii* was the most abundant species with 634 specimens, being present in most of the crops and causing chlorosis and mosaic virus. *Toxoptera aurantii* was the second most common species with 23 specimens found in maize, hen's foot, and baby laurel; no damage caused by this species was observed. *Aphis spiraecola* was found in low numbers in sorghum and in *Eleusine indica* (hen's foot weed), without causing damage. *Toxoptera citricidus* was also found in low numbers and exclusively in cucumber causing yellow halos on the leaves of the plants. The reference collection and the key created now allow for the quick identification of the aphids in the study area.

Keywords: Agriculture, key, photosynthesis, pest, yellow traps.

Introducción

Los áfidos pertenecen al orden Hemiptera, y a la superfamilia Aphidoidea que consta de alrededor de 5,000 especies en todo el mundo (Wisconsin Horticulture, 2024). La familia Aphididae se divide en subfamilias las cuales son Eriosomatinae, Hormaphidinae, Anoeciinae, Calaphidinae, Chaitophorinae, Greendeinae, Aphidinae y Lachininae (Blackman y Eastop, 2000).

Los áfidos son organismos de entre 1-5 milímetros, pueden ser lisos o con manchas, cuerpo blando de forma ovoidal, pueden ser ápteros o alados (Sharma y Singh, 2024). Los alados poseen dos pares de alas membranosas, las anteriores son grandes y transparentes con un borde engrosado y las posteriores son pequeñas y transparentes (Lezaun, 2017). Poseen un ciclo de desarrollo incompleto o hemimetábolo, tienen dos formas de reproducirse, sexual y asexual (Skaljac y Vilcinskas, 2016). La reproducción sexual sucede cuando la hembra deposita huevos, sin embargo, la asexual conocida como partenogénesis es cuando no se da la fecundación con un áfido macho, o llamado también reproducción clonal, debido a que no poseen huevecillos y al nacer son idénticas a los adultos (Peña et al., 2017).

Los áfidos poseen características biológicas que les permiten adaptarse a diferentes ambientes, teniendo una alta capacidad reproductiva, lo cual tiene un impacto económico, a nivel de la producción de los cultivos, por lo tanto, desde el punto de vista agronómico estos insectos se consideran perjudiciales para la producción agrícola (Delfino, 2016). Según Loxdale et al. (2020) los áfidos o pulgones ocasionan pérdidas económicas que ascienden a cientos de millones de dólares a nivel mundial. Según Martínez et al. (2013) dentro de los cultivos más afectados se encuentran pepino (*Cucumis sativus L.),*tomate (*Solanum lycopersicum Mill*.), maíz (*Zea mays L.*), sorgo (*Sorghum spp*.). Estos insectos poseen un tipo de aparato bucal chupador que les facilita alimentarse de la savia del floema de las plantas, causando así daños directos e indirectos. Los daños directos se refieren al proceso por medio del cual estos insectos extraen nutrientes del floema que son necesarios para el crecimiento de las plantas, provocando así marchitamiento y pérdida de rendimiento; por otro lado,

el daño indirecto es provocado por la producción de melaza, inyección de saliva y transmisión de hongos y virus de una planta a otra (Dong et al., 2024). La melaza secretada es una sustancia rica en azúcar y propicia el crecimiento de un hongo llamado fumagina, en hojas y flores provocando así la disminución de su calidad (Liburd y Nyoike, 2008).

Los áfidos tienen la capacidad de trasmitir virus a las plantas de forma persistente, semi persistente y no persistente. En la manera persistente el insecto adquiere el virus al momento de alimentarse de una planta enferma, este requiere de horas para que el virus circule en el cuerpo del insecto y permanece infectivo por un largo período de tiempo (Singh y Singh). El no persistente se da cuando el pulgón lo adquiere o inocula por medio de su aparato bucal (estilete) y lo puede transmitir de manera inmediata a las demás plantas, ya que lo mantiene por un lapso corto de tiempo entre segundos o minutos, además, el semi persistente es el que requiere un período de alimentación de minutos a horas y los vectores solo pueden permanecer infectivos entre tres y cuatro días (Acuña y Tejeda, 2014). Según Liburd y Nyoike (2008) entre los virus que transmiten se encuentran: Virus de la Mancha Anular del Papaya-cepa Sandía (PRSV-W), Virus del Mosaico del Pepino (WMV), Virus del Mosaico Amarillo de la Calabaza (ZYMV) y el Virus del Pepino (CMV).

Según Capinera (2021) los enemigos naturales de áfidos son las mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae), las moscas de las flores (Diptera: Syrphidae) y avispas braconidas (Hymenoptera: Braconidae), dentro de esta última se encuentra la especie *Lysiphlebus testaceipes (cresson)* que parasita a los áfidos.

Dentro de las especies de áfidos más importantes se pueden mencionar: pulgón del melón y algodón (*Aphis gossypii* Glover 1877*),* pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae* Sulzer 1776), pulgón de la raíz (*Pemphigus betae*) y el pulgón de la papa (*Aulacorthum solani* Kaltenbach 1843) (Smith, 2015).

En Costa Rica se han identificado 91 especies, reportándose por primera vez la especie *Richosiphonaphis (Xenomyzus) polygoni (van der Goot, 1917),* encontrada en la planta *Polygonum acuminatum Kunth (Zamora et al., 2012).*

En Panamá se han reportado 59 especies, sin embargo, cuatro de esas especies son nativas las cuales son: *Carolinaia cyperi, Mexicallis (Mexicallis) panamensis*, *Mexicallis (Anacallis) quirosae* y *Myzocallis meridionalis* (Quirós et al., 2009).

El interés por los estudios de la áfido-fauna de honduras se dio por que en 1955 sucedió una clorosis infectiva en banano variedad Cavendish *(Musa acuminata Cavendish Subgroup),* las especies causantes fueron: *A. gossypii* Glover, *Rhopalosiphum maidis (*Fitch) y *M. persicae (*Sulzer*) (Evers, 1968).* En Honduras se han realizado pocos estudios sobre áfidos y se han reportado 46 especies de áfidos, pertenecientes a 30 diferentes géneros, dentro de los cuales las especies *Toxoptera citricida (*Kirkaldy*), Toxoptera aurantii (Fonscolombe*) son conocidas por transmitir el virus de los cítricos (Evans y Halbert, 2007).

Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar la diversidad de áfidos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; establecer una colección de referencia e importancia de las especies de áfidos en Zamorano; y, crear una clave de identificación de las especies de áfidos encontradas que facilite su reconocimiento.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

La investigación se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, ubicada en el km 30 carretera a Danlí, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán con una altura de 800 msnm. Se realizaron en dos períodos, de octubre-noviembre de 2023 y de mayo-julio de 2024. Durante la investigación en el primer período la temperatura mínima fue de 14.8 °C, la temperatura máxima fue de 34.4 °C. La humedad relativa fue de 84.29% y una precipitación de 107.03 mm y una altura de 800 msnm, durante el segundo período la temperatura mínima fue de 13.97 °C, la temperatura máxima fue de 29.6 °C. La humedad relativa fue de 76% y una precipitación promedio de 22.67mm.

Recolección de Especímenes

Las recolectas de especímenes se realizaron en dos épocas en octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024 en diversos cultivos y hospederos (Cuadro 1). Se utilizaron los métodos de capturas manual y con trampas amarillas (Figura 1). Se colocaron platos amarillos con un diámetro de 30 cm y una profundidad de 6 cm, como trampas a nivel del suelo, lo cual se les colocó cada día agua y jabón a tres cuartos de su capacidad para evitar el escape de los áfidos alados, esto se realizó basándose en la trampa de Quiros y Emmen (2006). Cada día se cambió el agua con jabón y se recolectaron los especímenes alados. En el método manual para los especímenes áptero, las recolectas se hicieron cuando se observaron colonias de áfidos sobre las plantas.

Cuadro 1

Cultivos y hospederos de áfidos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024

Familia	Especie	Nombre común
Poacea	*Zea mays* L.	Maíz
	Sorghum bicolor L.	Sorgo
	Eleusine indica (L.) Gaertn	Pata de gallina
Moracea	*Ficus benjamina* (L.)	Laurel benjamín
Cucurbitaceae	*Cucumis sativus* L.	Pepino
	Cucurbita pepo L.	Zapallo
Solanaceae	*Capsicum chinense* Jacq	Chile habanero
	Solanum lycopersicum L.	Tomate
	Solanum capsicoides L.	Tomate de monte
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	Verdolaga
Caricaceae	*Carica papaya* L.	Papaya
Fabaceae	Phaseolus vulgaris L.	Frijol

Figura 1

Trampas amarillas para la captura de áfidos colocadas en lotes cultivados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de septiembre-noviembre 2023 y mayo-julio 2024

Los insectos recolectados fueron colocados en alcohol al 70% y fueron etiquetados con fecha, lugar de recolecta y cultivo donde se encontraron. Este material se llevó al Laboratorio de Entomología para su respectivo aclarado, montaje e identificación.

Preparación de los Especímenes

Se realizó el proceso de maceración a los especímenes siguiendo el proceso de Voegtlin et al. (2003), con algunas modificaciones. Se realizó un pinchón en el primer ventrito y se masajeó suavemente para extraerle los fluidos del cuerpo, luego, se cambió de los tubos de vidrio el alcohol al 70% por alcohol al 95%, seguidamente, se colocaron a baño maría por 2 minutos, pasado el tiempo se decantó el alcohol y se procedió a agregar KOH (Hidróxido de potasio) al 10%. Después, se colocó nuevamente a baño maría entre 12-20 minutos, ya que el tiempo de aclarado varía entre el color de los áfidos. Luego, se decantó el KOH y se procedió a lavar con agua los especímenes de 5 a 6 veces. Después de cada lavado se dejó reposar por 5 minutos. Posteriormente, se decantó el agua y se procedió a agregar ácido acético glacial. Finalmente, se dejó reposar por 2-3 minutos, para luego decantar el ácido acético glacial y colocarlos en alcohol al 70% para luego realizar el montaje.

Montaje e Identificación de los Especímenes

Para el montaje de los especímenes ápteros y alados se colocó en el cubreobjetos una gota de gel de montaje euparal, una para cada espécimen. Posteriormente, se colocó el espécimen en vista ventral, y se le extendieron las patas y antenas, luego, se dispersó una gota de euparal en un cubreobjeto y se procedió a colocarlo sobre el áfido en el portaobjeto.

La identificación se realizó mediante el uso de claves dicotómicas. Se utilizaron las claves de Simbaqueba et al. (2014) y Simbaqueba y Serna (2021) para nivel de género y a nivel de especie Blackman y Eastop (2000) y Quirós (1988).

Toma de Fotografía

Para la toma de fotografías se utilizó una cámara Canon EOS Rebel t5i montada en un microscopio OMAX. Posteriormente, se utilizó el programa EOS Utility (Canon) que facilitó la transferencia de imágenes desde la cámara al ordenador, finalmente, se utilizó el programa Picolay versión 2024-02-04 para editar las imágenes.

Resultados y Discusión

Se recolectaron 661 especímenes (Cuadro 2), distribuidas en 4 especies (Cuadro 3). El cuadro 2 detalla la diversidad y abundancia de áfidos en las diferentes plantas muestreadas. Además, de los 661 especímenes recolectados, en el cultivo de zapallo *(Cucurbita pepo)* se encontraron 280 especímenes y 150 especímenes se encontraron en el cultivo de chile habanero *(Capsicum chinense*). Por otra parte, la especie *A. gossypii* fue la que se encontró en diversos cultivos como maíz (*Zea mays*), chile habanero (*Capsicum chinense*), tomate (*Solanum lycopersicum*), zapallo (*Cucurbita pepo*), sorgo (*Sorghum bicolor*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y tomate de monte (*Solanum capsicoides*), sin embargo, *T. citricidus* solo se encontró en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus).* La diversidad de especímenes fue baja en la mayoría de los cultivos y hospedero (Cuadro 3), a excepción de pata de gallina (*Eleusine indica*) donde se encontraron 3 especies siendo *A. gossypii, A. aurantii y A. spiraecola.*

Cuadro 2

Diversidad y abundancia de áfidos recolectados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024

Hospedero	Especie encontradas	Numero de observaciones
Maíz *(Zea mays L.)*	*Aphis gossypii*	11
	Toxoptera aurantii	1
Sorgo *(Sorghum bicolor L.)*	*Aphis gossypii*	3
	Aphis spiraecola	1
Laurel benjamin (Ficus benjamina)	*Toxoptera aurantii*	19
Pepino (Cucumis sativus)	*Aphis gossypii*	72
	Toxoptera citricidus	2
Zapallo *(Cucurbita pepo)*	*Aphis gossypii*	280
Chile habanero *(Capsicum chinense)*	*Aphis gossypii*	150
Tomate *(Solanum lycopersicum)*	*Aphis gossypii*	70
Tomate de monte (Solanum capsicoides)	*Aphis gossypii*	28
Verdolaga *(Portulaca oleracea)*	*Aphis gossypii*	11
Papaya *(Carica papaya)*	Aphis gossypii	3
	Toxoptera aurantii	1
Frijol (Phaseolus vulgaris)	Aphis gossypii	5
Pata de gallina (Eleusine indica)	Aphis aurantii	2
	Aphis gossypii	1

Hospedero	Especie encontradas	Numero de observaciones
	Aphis spiraecola	1

Cuadro 3

Géneros y especies de áfidos encontrados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de octubre-noviembre de 2023 y mayo-julio de 2024

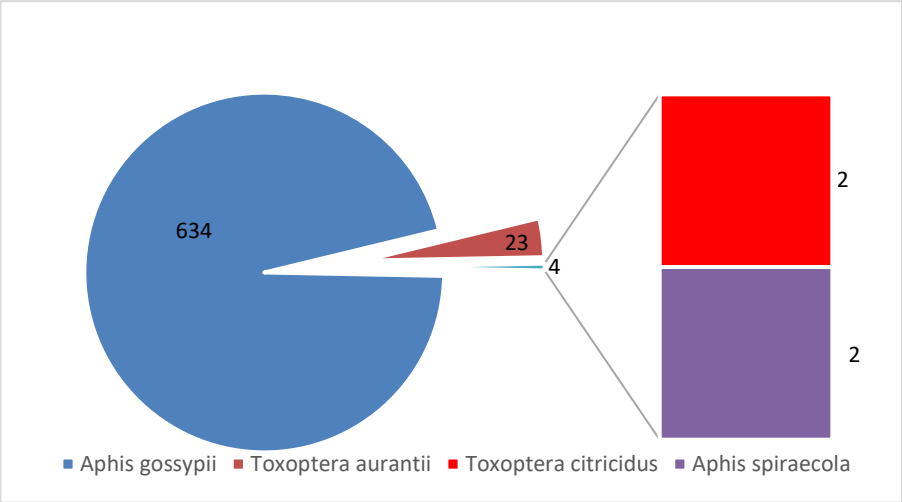
Nombre científico	Cultivo donde se encontró
Aphis gossypii Glover	Maíz, chile, tomate, zapallo, sorgo, pepino, tomate de monte.
Aphis spiraecola Patch	Sorgo, pata de gallina.
Toxoptera citridus Kirkaldy	Pepino.
Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe	Pata de gallina, laurel benjamín, maíz.

Sinopsis de las Especies Encontradas

La especie con mayor abundancia fue *A. gossypii* con 634 ejemplares, encontrados principalmente en chile habanero y zapallo, además, se encontraron 23 ejemplares de *T. aurantii* siendo la segunda especie con mayor abundancia con 23 ejemplares, encontrada principalmente en laurel Benjamín, por otro lado, las especies *A. spiraecola* y *T. citricidus* fueron de menor abundancia con 2 ejemplares cada una, *T. spiraecola* encontrada principalmente en pata de gallina (*Eleusina indica)* y *T. citricidus* encontrada solamente en pepino (*Cucumis sativus*) (Figura 2). Además, se realiza una sinopsis de las especies encontradas en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Figura 2

Abundancia de áfidos en lotes muestreados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de octubre-noviembre 2023 y mayo-julio 2024



Aphis Gossypii Glover

Después del proceso de maceración e identificación de *A. gossypii* (Figura 3) mediante claves dicotómicas se tomaron fotografías de vista ventral.

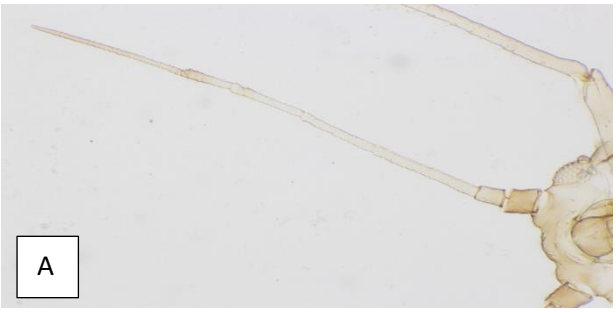
Figura 3

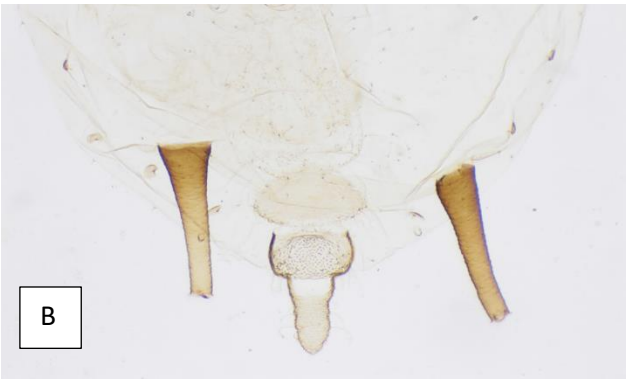
Vista ventral de Aphis gossypii Glover (10X), encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Los áfidos de la especie *A. gossypii* Glover son de color verde amarillento a verde oliva oscuro, naranja amarillo y poseen un cuerpo blando. Los ápteros tienen antenas de seis segmentos (Figura 4A), tibias pálidas y de color marrón más oscuro en las extremidades, tarsos oscuros, sus sifúnculos son negros y dos veces más largos que la cauda pálida que tiene de cinco a site setas (Figura 4B) , por otro lado, las alados tienen cabeza y tórax oscuros, cornículos negros y de 1.5 veces a dos veces más largos que la cauda ocrácea ahumada, tienen antenas de tamaño entre dos tercios y tres cuartos de la longitud del cuerpo y su proceso terminal de 2.5 a 3 veces más largo que su base (Rajendran et al., 2018).

Figura 4

Vista de; sifúnculos y cauda (A), antena (B) de Aphis gossypii (40X), luego de proceso de macerado, encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.





Esta especie se ha reportado en el neotrópico para Argentina, Bahamas, Barbados, Bermudas, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Surinam, Trinidad, Venezuela ,también ,en Asia y Europa (Peña Martinez, 1985; UK y CABI, 2005).

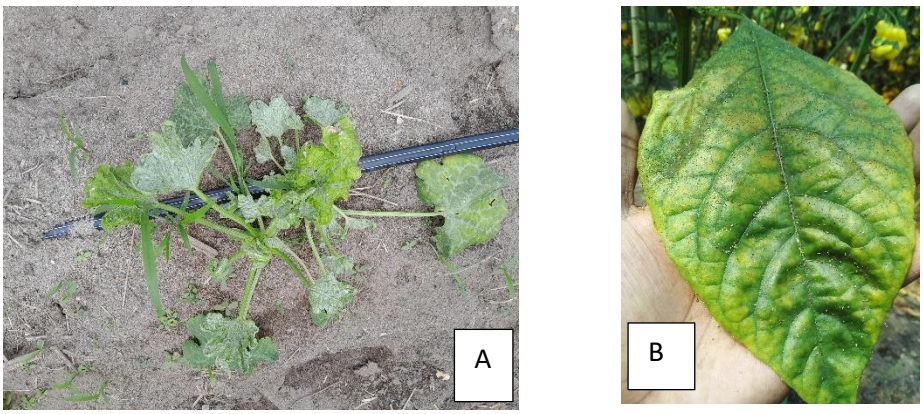
Aphis gossypii es una especie que se encuentra en todo el mundo y se alimenta de diversas plantas, siendo una plaga significativa en cultivos de okra (*Abelmoschus esculentus*), cucurbitáceas, berenjena (*Solanum melongena*) y chile. Esta especie atraviesa cuatro etapas ninfales antes de convertirse en adulta (Singh y Singh, 2015).

Según Domínguez et al. (2004) en un estudio de laboratorio sobre el ciclo de vida de *A. gossypii* menciona que esta especie tiene un período ninfal de 5.29 días, su madurez sexual la logra a los 6.29 días, , y su estado adulto con una duración de 20.71 días; la duración total del ciclo de *A. gossypii* fue de 27 días, dentro del cual tiene un período reproductivo de 14.57 días.

La importancia de esta especie radica en su capacidad de transmitir 50 tipos de virus entre las cuales se encuentran virus del mosaico de la malanga y la plaga de la hoja de la malanga *Phythophthora colocasiae raciborski* (Pythiaceae) (Coleson y Miller, 2005). En Zamorano se encontró en los cultivos de maíz (*Zea mays*), zapallo (*Cucurbita pepo*), chile habanero (*Capsicum chinense*), tomate (*Solanum lycopersicum*), verdolaga (*Portulaca oleracea*). En maíz (*Zea mays*) no se mostraron daños sin embargo esta especie fue encontrada en el estigma de la mazorca en etapa de llenado, en el cultivo de zapallo (*Cucurbita pepo*) (Figura 5A) se encontró causando graves daños como deformación de hojas y virus en la planta desde antes de su etapa productiva mostrándose amarillento en la hoja, esto coincide con lo reportado por (Spadotti et al., 2015). en chile habanero (*Capsicum chinense*) se encontraron daños como amarillamiento en la hoja (Figura 5B) y parte de la superficie de la hoja cubierta por mielecilla secretada.

Figura 5

Cultivo de zapallo (Cucurbita pepo) y chile habanero (Capsicum chinense) afectado por Aphis gossypii con clorosis encontrado en los módulos de agricultura regenerativa y conservación y manejo de suelos, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.



Aphis spiraecola Patch

Después del proceso de maceración e identificación de *A. spiraecola* (Figura 6), mediante claves dicotómicas se tomaron fotografías de vista ventral.

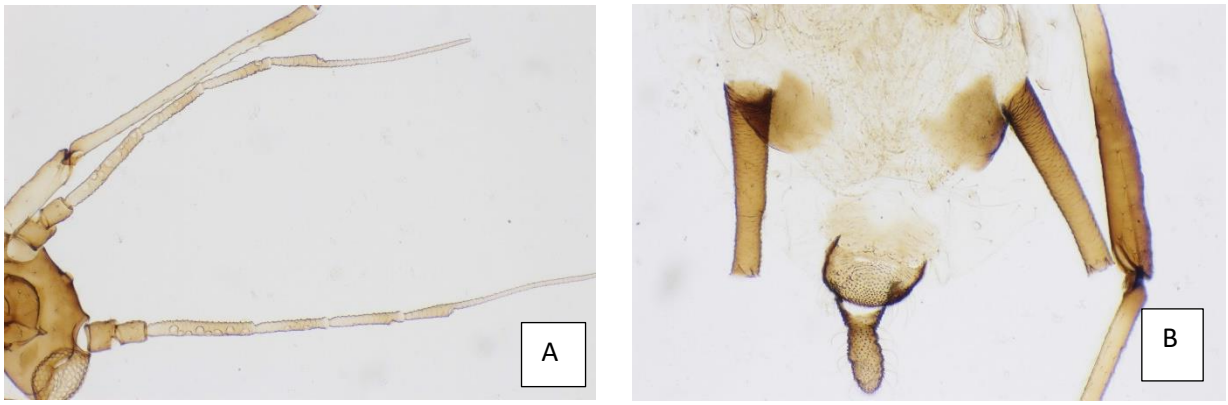
Figura 6

Vista Ventral de Aphis spiraecola Patch (10X), encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Aphis spiraecola es un pulgón diminuto, de cuerpo blando y en forma de pera, con aproximadamente 1.8-2.30 mm de longitud y 1.28-1.2 mm de ancho, de color verde amarillento o verde amarillo brillante a verde manzana. Tiene una cabeza marrón, patas y antenas claras (Figura 7A), pero sifúnculos y cola de color marrón oscuro a negro (Figura 7B). Los alados tienen una cabeza y tórax marrón oscuro, y un abdomen verde amarillento con manchas laterales oscuras en cada segmento (Blackman y Eastop, 2000).

Figura 7

Vista de: Antena (A); Sifúnculos y cauda (B) de Aphis spiraecola Patch (40X), luego de proceso de macerado encontrado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.



Esta especie es un pulgón polífago y es conocido como una plaga importante en manzana cítrica, dentro de las familias de plantas afectadas se encuentran Cucurbitaceae, Astareceae, Lamiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Rutaceae y Solanaceae (Singh Rajendra y Singh Garima, 2016). Esta especie esta distribuida en Europa, África, Asia, América del Norte, en América del Sur se encuentra en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela, por otro lado, en Centro América solo en Belice, Costa Rica y Honduras (CABI y EPPO, 2006; López-Arroyo et al., 2008; Nolasco, 1994). *A. spiraecola* tiene 4 estadios ninfales, según Wang y Tsai (2000) en un estudio de laboratorio la duración del primer estadio es de 1.5 días a una temperatura de 30 °C, mientas los estadios segundo, tercer y cuarto duraron 1.8, 1.8 y 2.1 días a temperatura de 28°C.

La importancia de esta especie es que causa enrollamiento de las hojas, reduce la longitud de los brotes y disminuye la concentración de la clorofila (Gao et al., 2022), Esta plaga es importante ya que debilita directamente a las plantas al succionar la savia, causando en hojas enrollamiento, a su vez, la superficie foliar disminuye afectando a la fotosíntesis, reduce la longitud de los brotes y disminuye la concentración de la clorofila, brinda también un debilitamiento indirecto mediante la inyección del virus de la tristeza de los cítricos (CTV) y secretan melaza brindando así las condiciones

al desarrollo del hongo en forma de moho negruzco en hojas y fruto (Gao et al., 2022; Mostefaoui et al., 2014).

En Zamorano fue encontrados en los cultivos de papaya (*Carica papaya*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y pata de gallina (*Eleusine indica*), en estos cultivos no había causado daños debido a que la población era baja, sin embargo, en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) no se encontró directamente en este, si no en las trampas colocadas, por otro lado, pata de gallina *(Eleusine indica)* (Figura 8) es una maleza que estaba en el cultivo de zapallo (*Cucurbita pepo*), siendo este el hospedero de esta especie. Como menciona Refugio et al. (2013) entre las plantas hospederas de *A. spiraecola* se encuentran Zapallo (*Cucurbita pepo*), Chile, Café, Cítricos, y ornamentales como Piracanta y Jacaranda.

Figura 8

Aphis spiraecola encontrada en maleza Pata de gallina (Eleusine indica), en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Toxoptera Citricidus (Van der Goot)

Luego del proceso de maceración e identificación de *T. citricidus* (Figura 9) *mediante* claves dicotómicas, se procedió a toma de fotografía de vista ventral.

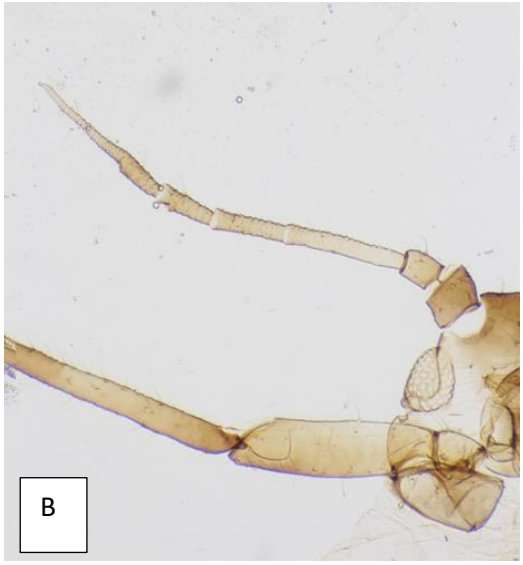
Figura 9

Vista ventral de Toxoptera citricidus (10X), luego del proceso de macerado, encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Toxoptera citricidus en estado de ninfal tiene forma de pera, color marrón rojizo, marrón a negro, con un tamaño de 1-2 mm de largo, logrando su madurez entre los 6-8 días a temperatura de 20 °C o superiores, en su forma adulta es negra brillante de 2 mm de largo ápteros o alados. Además, una generación puede desarrollarse en una semana, siendo que un pulgón tiene la capacidad de producir de más de 4400 individuos en tres semanas con ausencia de enemigos naturales (Broughton, 2020). Las antenas son de seis segmentos, y los dos primeros son del mismo color que la cabeza (Figura 10B), por otro lado, posee sifúnculos y cauda oscuros (Figura 10A) (Fidecomiso para la administración del programa de desarrollo forestal del estado de Jalisco [FIPRODEFO], 2020).

Figura 10

Vista de: cauda y sifúnculos (A), Antena (B) de Toxoptera citricidus (40X), encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.



Esta especie esta distribuida en Honduras, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Haití, Nicaragua, Guatemala y El Caribe, Asia, Sur América y Estados Unidos

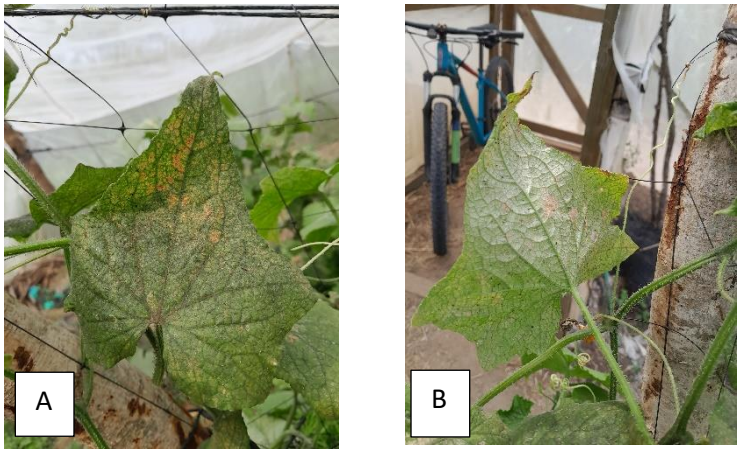
El áfido pardo de los cítricos, *T. citricida* es considerado el principal vector del virus de la tristeza de los cítricos, patógeno que genera graves pérdidas económicas en la industria de los cítricos mundialmente (Hunter et al., 2003).

Según Shang et al. (2016) las ninfas de *T. Citricidus* se desarrollaron a adultas en un rango de temperatura de 7-32°C, teniendo un periodo de desarrollo promedio para todos los estadios de 5.3 días a 28°C y 44.2 días a 7 °C.

La importancia de esta especie es que transmite el virus de la tristeza de los cítricos causando clorosis en las hojas, defoliación, muestran halos amarillos en ambos lados, los frutos de las plantas son de menor tamaño y verdes pálidos (Sáenz et al., 2019). En Zamorano no se encontró en los cítricos sino en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) (Figura 11), causando en estos, halos amarillos en las hojas en la mayoría de las plantas.

Figura 11

Halos amarillos en hoja de Pepino (Cucumis sativus) en el haz (A) y envés(B) de la hoja causadas por Toxoptera citricidus, encontrada en el Módulo de Manejo de suelos, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.



Toxoptera aurantii (Boyer de Fonscolombe)

Luego del proceso de maceración e identificación de la especie *T. aurantii* (Figura 12), mediante claves dicotómicas, se tomó fotografías de vista ventral.

Figura 12

Vista ventral de Toxoptera aurantii (10X) después del proceso de macerada encontrada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Los ápteros adultos de *T. aurantii* miden entre 1-6 mm de largo, son de color parduzco y tienen forma ovalada, antenas con bandas que representan aproximadamente dos tercios de su longitud y seis segmentos, sifúnculos y cola de color oscuro, con aparato estridulador presente (Figura 13A) (Thokchom et al., 2021). Sus tibias anteriores son incoloras, mientras que las tibias medias y posteriores son negras (Figura 13B), aunque pueden ser incoloras dependiendo de su posición; el resto de las patas es incoloro. Sin embargo, las formas aladas miden 1,65 mm de largo, son más estrechas y delgadas que los ápteros, y presentan en el ala anterior venas medias, cúbito y anal (Firempong, 1977).

Figura 13

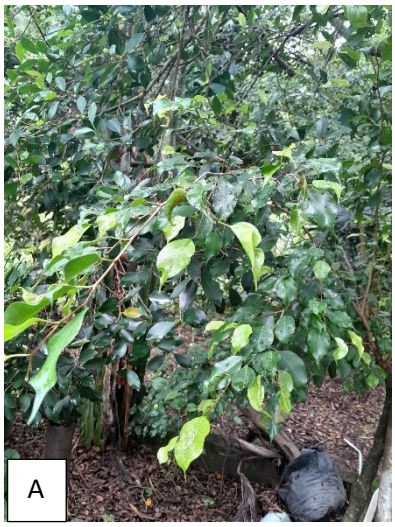
Vista de: cauda y sifúnculos con aparato estridulador presente (A) y antena con bandas (B) de Toxoptera aurantii atraves de un microscopio OMAX (40X), despues de proceso de macerado encontrado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

T. aurantii está distribuida en América del sur, África, India, Asia oriental, América central y el sur de los EE. UU (Carver, 1978). Es una especie vivípara y se reproduce por partenogénesis, tiene una duración de su ciclo de ninfa hasta adulto alrededor de una semana, teniendo las condiciones aptas de desarrollo (22°C a 25°C).

Su importancia es debida a que se encuentra en brotes y envés de hojas jóvenes y al existir una alta infestación estos pueden causar desarrollo de fumagina, debilitamiento y retraso de crecimiento del árbol (Narrea et al., 2013), en Zamorano se encontró en los cultivos de zapallo (*Cucurbita pepo*), maíz (*Zea mays*), laurel benjamina (*Ficus benjamina*). En zapallo (*Cucurbita pepo*) y maíz (*Zea mays*) no habían causado daños, debido a que fueron pocos los encontrados, sin embargo, en laurel benjamín (*Ficus benjamina*) (Figura 14) esta se encontró en los brotes y envés de hojas jóvenes y al existir pocos áfidos no habían causado daños.

Figura 14

Toxoptera aurantii encontrada en Laurel benjamín (Ficus benjamina) en el Módulo de Ornamentales, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, de julio-mayo 2024



Clave de Identificación de las Especies de Áfidos en Zamorano

Esta clave fue hecha con modificaciones de las claves de Simbaqueba et al. (2014) y Simbaqueba y Serna (2021) para nivel de género y a nivel de especie Blackman y Eastop (2000) y Quirós (1988).

1. Proceso terminal tan largo o más largo que la base del último segmento antenal, que tiene muy pocos pelos, sifúnculos presente. **2**
2. Cauda en forma de lengua, más larga que su anchura basal en vista dorsal. Sifúnculos imbricados. Espiráculos pequeños y en forma de riñón. **3**
3. Tubérculos antenales bajos o poco desarrollados, que no exceden la altura de la parte media de la frente en vista dorsal. Sifúnculos generalmente más oscuros que el color general del cuerpo, incluso en sus bases. Tubérculos laterales presentes al menos en los segmentos abdominales 1 y 7. **4**
4. sifúnculos más largos que, o al menos tan largos como la cauda. **5**
5. Proceso terminal 3.5-5.0 veces más largo que la base del último segmento antenal. Cauda con 10-54 setas. Aparato estridulador presente, que consiste en crestas en los esternitos abdominales 5 y 6 y una fila de setas en forma de clavija en cada tibia posterior. Toxoptera **6**

   5'. Proceso terminal 2-3.1 veces más largo que la base del último segmento antenal. Cauda con 4-15 setas. Sin aparato estridulador. **7**
6. Aparato estridulador presente, constituido por una hilera de setas modificadas muy cortas en las tibias posteriores y finas estrías aserradas formando celdas alargadas y angostas en la región lateroventral del abdomen; sifúnculos menos de 1,5 veces la longitud de la cauda; setas del segmento antenal III más cortas que el diámetro basal de éste; antenas más cortas que el cuerpo; ……*Toxoptera aurantii*

6’. Pelos en el segmento antenal III más largos que el diámetro basal del segmento. Cauda con 19-54 pelos (raramente menos de 25). La longitud del cuerpo suele ser superior a 2 mm……*Toxoptera citricidus*

7. Abdomen dorsal de los especímenes preservados sin pigmentación o con marcas negras dispersas. Cauda pálida, a veces oscura en ejemplares grandes, pero luego claramente más pálida que los sifúnculos. Aphis **8**

- Cauda oscura como los sifúnculos **9**

8. Cauda pálida o negruzca pero siempre más pálida que los sifúnculos, con ligera constricción media y con cuatro a seis setas; proceso terminal apenas tres veces más largo que la base del segmento antenal VI; escleritos laterales bien desarrollados y los post-sifunculares abarcan dos tercios de la base de los sifúnculos……*Aphis gossypii*

9. Segmento antenal III y IV, más pálidos en la base que en el ápice (Fig. 14: A); cauda negra, larga, estrecha y redondeada en el ápice con ligera constricción media (forma de "espátula"); sifúnculos negros, ligeramente más largos que la cauda (1.2 veces); antenas 0.5 veces la longitud del cuerpo; proceso terminal más de dos veces la longitud de la base del VI segmento antenal; seis a 10 rinarios secundarios en el segmento antenal III y uno o dos en el IV; abdomen con escleritos laterales bien desarrollados. …….. *Aphis spiraecola*

Conclusiones

Como resultado de este estudio se encontraron cuatro especies de áfidos en los cultivos de Zamorano: *Aphis gossypii, Aphis spiraecola, Toxoptera aurantii y Toxoptera citricidus.* Siendo este el primer estudio sobre la familia Aphididae en Zamorano.

Se creó una colección de referencia de las especies muestreadas de áfidos en Zamorano.

Se elaboró una clave de identificación para todas las especies encontradas en este estudio, para facilitar la identificación de las especies de áfidos para Zamorano.

Recomendaciones

Realizar muestreos durante todos los meses de año para cuantificar la diversidad, abundancia de áfidos y su interacción con las plantas hospederas.

Evaluar la eficacia de diferentes trampas para áfidos alados colocándolos en diferentes cultivos.

Realizar estudios sobre el impacto de los áfidos en la etapa de llenado en maíz.

Referencias

Acuña, I. y Tejeda, P. (2014). *Enfermedades causadas por virus en el cultivo de papa y su manejo*. https://biblioteca.inia.cl/items/ceba7d95-57f3-44bf-adfc-a05abf77ff9c

Blackman, R. y Eastop, V. (2000). *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide, 2nd Edition.*

Broughton, S. (2020). *Pulgones en los cítricos*. https://www.agric.wa.gov.au/citrus/aphids-citrus

CABI y EPPO (2006). Aphis spiraecola [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Pests.* Publicación en línea avanzada. https://doi.org/10.1079/DMPP/20066600256

Capinera, J. L. (2021). *Melon Aphid or Cotton Aphid, Aphis gossypii Glover (Insecta: Hemiptera: Aphididae).* Entomology and Nematology. https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN330

Carver, M. (1978). THE BLACK CITRUS APHIDS, TOXOPTERA CITRICIDUS (KIRKALDY) AND T. AURANTII (BOYER DE FONSCOLOMBE) (HOMOPTERA: APHIDIDAE). *Australian Journal of Entomology*, *17*(3), 263–270. https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1978.tb00156.x

Coleson, J. L. y Miller, R. H. (2005). Antibiosis and antixenosis to Aphis gossypii (Homoptera: Aphididac) in Colocasia esculenta. *Journal of Economic Entomology*, *98*(3), 996–1006. https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.996

Delfino, M. A. (2016). INVENTARIO DE LAS ASOCIACIONES ÁFIDO-PLANTA EN EL PERÚ. *Ecología Aplicada*, *4*(1-2), 143. https://doi.org/10.21704/rea.v4i1-2.309

Domínguez, E., Quiros, D. y Emmen, D. (2004). EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CICLO VIDA DE APHIS GOSSYPII (HOMOPTERA: APHIDIDAE). *Tecnociencia*, *6*(1), 61–69. https://www.researchgate.net/publication/281493315_EFECTO_DE_LA_TEMPERATURA_SOBRE_EL_CICLO_VIDA_DE_APHIS_GOSSYPII_HOMOPTERA_APHIDIDAE

Dong, W., Sun, L., Jiao, B., Zhao, P., Ma, C., Gao, J [Junping] y Zhou, S. (2024). Evaluation of aphid resistance on different rose cultivars and transcriptome analysis in response to aphid infestation. *BMC Genomics*, *25*(1), 232. https://doi.org/10.1186/s12864-024-10100-z

Evans, G. y Halbert, S. (2007). A CHECKLIST OF THE APHIDS OF HONDURAS (HEMIPTERA: APHIDIDAE). *Florida Entomologist*, *90*(3), 518–523. https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[518:ACOTAO]2.0.CO;2

Evers, C. (1968). Host Plants of Sixteen Aphids from Banana Plantations in Honduras. *Florida Entomologist*, 113–118. https://journals.flvc.org/flaent/article/view/56424

Fidecomiso para la administración del programa de desarrollo forestal del estado de Jalisco. (2020). *Pulgón café de los cítricos (Toxoptera citricida)*. https://geoportal.fiprodefo.gob.mx/pofmet/gpfu/plagas/toxoptera-citricida/

Firempong, S. (1977). Biology of Toxoptera aurantii (Homoptera: Aphididae) on cocoa in Ghana. *Journal of Natural History*, *11*(4), 409–416. https://doi.org/10.1080/00222937700770321

Gao, J [Jing], Xiu, B., Sun, Z., Arthurs, S., Guo, H., Gu, S., Long, J., Xia, C., Hussain, M. y Mao, R. (2022). Aphis spiraecola and Aphis (Toxoptera) citricidus differently manipulate plant metabolism to

gain fitness in terms of population abundance or dispersal. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, *170*(2), 168–181. https://doi.org/10.1111/eea.13125

Hunter, W. B., Dang, P. M., Bausher, M. G., Chaparro, J. X., McKendree, W., Shatters, R. G., McKenzie, C. L. y Sinisterra, X. H. (2003). Aphid biology: Expressed genes from alate Toxoptera citricida, the brown citrus aphid. *Journal of Insect Science (Online)*, *3*, 23. https://doi.org/10.1093/jis/3.1.23

Lezaun, J. (2017, 5 de enero). Pulgón de la espiga: cómo combatir los pulgode de espiga de cereales. https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pulgon-de-la-espiga

Liburd, O. E. y Nyoike, T. W. (2008). Biology and Management of Aphids in Sustainable Field Production of Cucurbits. *EDIS*, *2008*(2). https://doi.org/10.32473/edis-in761-2008

López-Arroyo, I., Loera-Gallardo, J., Rocha-Peña, M., Canales, R. y Miranda, M. (2008). Pulgón café de los cítricos, Toxoptera citricida (Hemiptera: Aphididae). En H. C. Arredondo Bernal y L. A. Del Rodríguez Bosque (Eds.), *Casos de control biológico en México* (pp. 279–292). Mundi Prensa México. https://www.researchgate.net/publication/304503341_Pulgon_cafe_de_los_citricos_Toxoptera_citricida_Hemiptera_Aphididae

Loxdale, H. D., Balog, A. y Biron, D. G. (2020). Aphids in focus: unravelling their complex ecology and evolution using genetic and molecular approaches. *Biological Journal of the Linnean Society*, *129*(3), 507–531. https://doi.org/10.1093/biolinnean/blz194

Martínez, M., CEBALLOS, M., SURIS, M., DUARTE, L. y BAÑOS, H. (2013). *Áfidos y sus parasitoides en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba* (Vol. 39). https://www.researchgate.net/publication/266022802_Afidos_y_sus_parasitoides_en_sistemas_urbanos_de_produccion_de_hortalizas_en_Cuba

Mostefaoui, H., Benfekih, L., Djazouli, Z.-E., Petit, D. y Saladin, G. (2014). Why the aphid Aphis spiraecola is more abundant on clementine tree than Aphis gossypii? *Comptes Rendus Biologies*. https://www.academia.edu/61286492/Why_the_aphid_Aphis_spiraecola_is_more_abundant_on_clementine_tree_than_Aphis_gossypii

Narrea, M., Vergara-Cobián, C. y Malpartida-Zevallos, J. (2013). Insectos fitófagos asociados a Ficus benjamina L. y A F. microcarpa L. (Urticales: Moraceae) en Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, *12*(2), 67–74. https://doi.org/10.21704/rea.v12i1-2.439

Nolasco, S. (1994). Incidencia de la Tristeza de los Cítricos en doce zonas citrícolas de Honduras. *CEIBA*, *35*(1), 9–13. https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/view/413

Peña, R., Muñoz Viveros, A., Marin Jarillo, A., Bujanos Muñiz, R., Tamayo Mejía, F., Luévano Borroel, J., Sánchez Segura, L. y Ibarra Rendón, J. (2017). *Guía ilustrada para la identificación de los pulgones (Hemiptera:Aphididae) de cereales en México*. https://www.researchgate.net/publication/320291122_Guia_ilustrada_para_la_identificacion_de_los_pulgones_HemipteraAphididae_de_cereales_en_Mexico https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35978.98241

Peña Martinez, R. (1985). *Ecological notes on aphids of the high plateau of mexico*. https://www.researchgate.net/publication/331815677_Ecological_notes_on_aphids_of_the_high_plateau_of_mexico

Quiros, D. y Emmen, D. (2006). Vista de DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS AFIDOS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) DE PANAMA. *Tecnociencia*, *8*(2). https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/748/637

Quirós, D. (1988). *Áfidos : (homoptera :aphididae) de Panamá* [Tesis, Universidad de Panamá, Panamá]. up-rid.up.ac.pa. http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/3069

Quirós, D., Remaudière, G. y Nieto Nafría, J. M. (2009). Contribución al conocimiento de Aphididae y Phylloxeridae (Hemiptera: Sternorrhyncha) de Panamá [Contribution to the knowledge of the Aphididae and Phylloxeridae (Hemiptera: Sternorrhyncha) from Panama]. *Neotropical Entomology*, *38*(6), 791–800. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000600013

Rajendran, T. P., Birah, A. y Burange, P. (2018). Insect Pests of Cotton. En O. Omkar (Ed.), *Agricultural entomology* (pp. 361–411). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8_11

Refugio, J., Flores, L., Peña-Martínez, R., Trejo-Loyo, A. y México C P. (2013). *ENEMIGOS NATURALES DEL PULGÓN VERDE DE LOS CÍTRICOS Aphis spiraecola PATCH (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NATURAL ENEMIES OF SPIREA APHID Aphis spiraecola PATCH (HEMIPTERA: APHIDIDAE)*. https://www.researchgate.net/publication/260980477_ENEMIGOS_NATURALES_DEL_PULGON_VERDE_DE_LOS_CITRICOS_Aphis_spiraecola_PATCH_HEMIPTERA_APHIDIDAE_NATURAL_ENEMIES_OF_SPIREA_APHID_Aphis_spiraecola_PATCH_HEMIPTERA_APHIDIDAE

Sáenz, C. A., Hernández, E. O., Estrada Drouaillet, B., Poot Poot, W. A., Delgado Martínez, R. y Herrera, R. R. (2019). Principales enfermedades en cítricos. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, *10*(7). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000701653

Shang, F., Xiong, Y., Xia, W.-K., Wei, D.-D., Wei, D. y Wang, J.-J [J-J] (2016). Identification, characterization and functional analysis of a chitin synthase gene in the brown citrus aphid, Toxoptera citricida (Hemiptera, Aphididae). *Insect Molecular Biology*, *25*(4), 422–430. https://doi.org/10.1111/imb.12228

Sharma, R. y Singh, S. (2024). *A Mathematical Model for Prevention the Population Growth of Aphids in Plants*. Unpublished. https://www.researchgate.net/publication/382888173_A_Mathematical_Model_for_Prevention_the_Population_Growth_of_Aphids_in_Plants https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21577.15206

Simbaqueba, R. y Serna, F. (2021). Áfidos (Hemiptera: Aphididae) de Colombia, con nuevos registros para el norte de Sudamérica. *Caldasia*, *43*(1), 1–27. https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n3.77979

Simbaqueba, R., Serna, F. y Posada, F. (2014). CURADURÍA, MORFOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ÁFIDOS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO UNAB. PRIMERA APROXIMACIÓN. *Boletin Cientifico. Centro De Museos. Museo De Historia Natural*, *18*(222-246). https://www.researchgate.net/publication/273523886_CURADURIA_MORFOLOGIA_E_IDEN

TIFICACION_DE_AFIDOS_HEMIPTERA_APHIDIDAE_DEL_MUSEO_ENTOMOLOGICO_UNAB_PRIMERA_APROXIMACION

Singh, R. y Singh, G. Aphids. En *Polyphagous Pests of crops* (pp. 105–182). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-8075-8_3

Singh, R. y Singh, K. (2015). Life History Parameters of Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae) Reared on Three Vegetable Crops, *1*(1). https://www.researchgate.net/publication/308200498_Life_History_Parameters_of_Aphis_gossypii_Glover_Homoptera_Aphididae_Reared_on_Three_Vegetable_Crops

Singh Rajendra y Singh Garima (2016). Distribution of Aphis spiraecola Patch 1914 (Aphidini: Aphidinae: Aphididae: Hemiptera) and its food plants recorded in India. *International Journal of*. https://www.academia.edu/31952941/Distribution_of_Aphis_spiraecola_Patch_1914_Aphidini_Aphidinae_Aphididae_Hemiptera_and_its_food_plants_recorded_in_India

Skaljac, M. y Vilcinskas, A. (2016). Biology and ecology of aphids. *CRC Press Taylor&Francis Group*. https://www.researchgate.net/publication/298786153_Biology_and_Ecology_of_Aphids

Smith, T. (2015). *Aphids on Greenhouse Crops.* Center for Agriculture, Food, and the Environment. https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/aphids-on-greenhouse-crops

Spadotti, D., Wassano, D., Rezende, J., Camargo, L. y Inoue-Nagata, A. K. (2015). Biological and molecular characterization of Brazilian isolates of Zucchini yellow mosaic virus. *Scientia Agricola*, *72*(2), 187–191. https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0197

Thokchom, S., Akoijam, R. y Devee, A. (2021). First record of black citrus aphid, Toxoptera aurantii, Boyer De Fonscolombe (Homoptera: aphididae), a new pest of brinjal in Manipur. *Journal of Entomological Research*, *45*(3), 541–544. https://doi.org/10.5958/0974-4576.2021.00083.9

UK y CABI. (2005). *Aphis gossypii [Distribution map].* https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/DMPP/20056600018

Voegtlin, D., Villalobos, W [William], Sánchez, M. V., Saborio-R, G. y Rivera, C. (2003). A guide to the winged aphids (Homoptera) of Costa Rica. *Revista De Biologia Tropical*, *51 Suppl 2*, 1–199. https://www.researchgate.net/publication/8449786_A_guide_to_the_winged_aphids_Homoptera_of_Costa_Rica

Wang, J.-J [Jin-Jun] y Tsai, J. H. (2000). Effect of Temperature on the Biology of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). *Annals of the Entomological Society of America*, *93*(4), 874–883. https://doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[0874:EOTOTB]2.0.CO;2

Wisconsin Horticulture. (2024, 21 de septiembre). *Aphids, in-depth*. https://hort.extension.wisc.edu/articles/aphids-2/

Zamora, D., Pérez Hidalgo, N., Villalobos, W [W.] y Hanson, P. (2012). New data about the Costa Rican aphid fauna (Hemiptera, Aphididae). *Graellsia*, *68*(2), 305–312. https://doi.org/10.3989/graellsia.2012.v68.066