



# El Colegio de la Frontera Sur

## Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) y su distribución geográfica en la región Soconusco, Chiapas

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural  
Con orientación en Entomología Tropical

Por

Luis Enrique Calderón Silva

2021



## El Colegio de la Frontera Sur

Tapachula, Chiapas, 25 Marzo de 2021

Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de:

**Luis Enrique Calderón Silva**

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada

**Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) y su preferencia a cultivares de cacao (*Theobroma cacao*) en la región Soconusco, Chiapas**

para obtener el grado de **Maestro (a) en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**

	Nombre	Firma
Director	Dr. Alfredo Castillo Vera	_____
Asesor	M.C Juan Cisneros Hernández	_____
Asesor	Dr. Guillermo López Guillén	_____
Sinodal adicional	Dra. Lislie Solís Montero	_____
Sinodal adicional	Dr. Jaime Gómez Ruiz	_____
Sinodal suplente	Dra. Rebeca González Gómez	_____

## DEDICATORIA

*Primeramente, a DIOS por darme fuerzas y aliento de vida*

*A mis padres Luis Enrique y Yolanda porque siempre han estado allí incondicionalmente*

*A mi esposa MARIA y a mi hijo LUIS DAMIÀN, que cambiaron mi vida y me dieron motivo para  
seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme una beca necesaria para realizar el posgrado.

A El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), por haber permitido el uso de sus instalaciones, material y equipos necesarios para realizar el proyecto.

Al Dr. Alfredo Castillo Vera, por su apoyo, asesoría y tiempo otorgado hacia mi persona, con la finalidad de terminar de buena manera la maestría.

Al M. en C. Juan Cisneros Hernández, por el apoyo en la identificación de los especímenes, así como las salidas al campo realizadas durante la estadía en ECOSUR.

Al Dr. Guillermo López Hernández por su colaboración y ayuda en la realización de este estudio.

Al M.E. Javier Valle-Mora por las recomendaciones en los análisis estadísticos realizados en este trabajo.

## CONTENIDO

I. <a href="#">RESUMEN</a> .....	6
II. <a href="#">INTRODUCCIÓN</a> .....	7
III. <a href="#">ARTÍCULO CIENTÍFICO</a> .....	9
IV. <a href="#">CONCLUSIONES</a> .....	26
V. <a href="#">LITERATURA CITADA</a> .....	27

## I. RESUMEN

Los áfidos son importantes plagas del cacao, cuyas interacciones ecológicas con el cultivo son desconocidas en la región del Soconusco. El objetivo de este trabajo fue analizar la diversidad y la distribución geográfica de los áfidos asociados a hojas y flores de cacao, en la región Soconusco del estado de Chiapas, México. Un muestreo dirigido a hojas y flores de cacao en plantaciones infestadas con áfidos fue realizado en cuatro sitios de 16 municipios de la región del Soconusco (enero-mayo 2019). *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii* fueron las únicas especies registradas en 22, 753 especímenes recolectados. La primera especie mostró una mayor abundancia y fue localizada en todas las plantaciones, mientras *A. gossypii* solo fue observada en 17 de las 64 plantaciones. La abundancia de *T. aurantii* fue mayor en hojas (n=14,173) que en flores (n=7,153), mientras que *A. gossypii* fue igualmente abundante en hojas (n=673) y flores (n=754). La presencia de *A. gossypii* en una plantación, siempre estuvo acompañada de *T. aurantii*, pero no al contrario. Este trabajo registra por primera vez a *A. gossypii* infestando flores y hojas de cacao en México y a *T. aurantii* como la especie con mayor abundancia y ubicuidad geográfica en la región del Soconusco.

**Palabras claves:** *A. gossypii*, *T. aurantii*, Abundancia, ubicuidad geográfica, hojas de cacao, flores de cacao.

## II. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L. 1753) es un árbol tropical de la familia Malvaceae, considerado un cultivo de importancia económica, industrial, cultural y ambiental (Motamayor et al. 2002; Bayer y Kubitzki 2003). Los principales países productores son Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Camerún y Brasil (FAO 2019). México ocupa el 11° lugar en la producción a nivel mundial (SIAP 2019). En el año 2019, a nivel nacional se reportó una superficie sembrada con cacao de 59,594 ha, con una producción de 28,452 t y un rendimiento de 0.46 t/ha (SIAP 2019). Entre los estados productores en orden de prioridad, se encuentran Tabasco (66.9 %), Chiapas (32.9 %) y Guerrero (0.2 %) (SIAP 2019). En Chiapas, las principales zonas productoras de cacao se localizan en la región Soconusco y la zona norte del estado, con una superficie sembrada de 18,729 hectáreas y una producción de 9,346 toneladas anuales (SIAP 2019). A pesar de la gran importancia del cultivo de cacao, en las últimas décadas existe una tendencia decreciente en el interés por este cultivo en la región del Soconusco. Esta tendencia decreciente se ha atribuido a factores sociales, ambientales, tecnológicos y fitosanitarios (Hernández-Gómez et al. 2015). Entre los problemas sanitarios destacan la presencia de plagas y enfermedades, tales como Moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et al.], mancha negra de la mazorca (*Phytophthora capsici* Leonian), barrenadores (*Hypothenemus interstitialis* Hopkins) (Coleoptera: Curculionidae), hormigas (*Atta* sp) (Hymenoptera: Formicidae), mal de machete [*Ceratocystis cacaofunesta* (Engelbrecht & T.C. Harr)], agallas causadas por fitopatógenos (*Fusarium* sp) y áfidos [*Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe)] (Hemiptera: Aphididae), (Hernández-Gómez et al. 2015)

Con relación a los áfidos, son insectos hemípteros que pertenecen a la familia Aphididae, cuyas características biológicas y capacidad de daño, permiten señalarlos como los insectos-plaga más importantes en diversos cultivos (Delfino 2005; Ricci et al. 2006). Se han descrito más de 4700 especies de áfidos en el mundo, mientras que en México se han reportado alrededor de 205 especies, 26 % de las cuales son de importancia agrícola (Peña-Martínez 1992; Rosales-López et al. 2013). Los daños provocados por estos organismos en sus plantas hospederas son una consecuencia de la succión de savia y la inyección de saliva, que provoca una reacción tóxica en la planta hospedante (Delfino

et al. 2007). Estos insectos pueden provocar una disminución de la producción en las plantas que atacan (Cisneros 2003), así como también pueden ser capaces de transmitir virus fitopatógenos (Blackman y Eastop 1984). Los escasos estudios sobre especies de áfidos asociadas a cacao en México han registrado la presencia de *Toxoptera aurantii*, la cual se observó en plantaciones de Tabasco (Peralta y González 1983) y Chiapas (Hernández-Gómez et al. 2015). Otros autores también mencionan la presencia de esta especie en Costa Rica (Donis 1988; Villalobos-Muller et al. 2010; Garita Rojas 2016). Además, hay antecedentes de otros estudios en el mundo que reportan la presencia de *T. aurantii* en cacao principalmente en el continente africano (Firempong 1977; Srinivasnaik et al. 2016).

Aunque existe un avance en el conocimiento bio-ecológico de áfidos en el mundo, es necesario estudiar la ecología de estos insectos, especialmente en México con cultivos de gran importancia como el cacao. Los programas de apoyo para incentivar el cultivo se han encargado de distribuir diferentes variedades en la región del Soconusco, sin previamente realizar un análisis sobre la susceptibilidad hacia los áfidos. Nuestra hipótesis es que los áfidos pueden ser plagas potenciales para el cultivo de cacao y se encuentran ampliamente distribuidos.

### III. ARTÍCULO CIENTÍFICO

Calderón-Silva et al. Áfidos en cacaotales del Soconusco.

**Áfidos (Hemiptera: Aphididae) asociados a plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en la región Soconusco, Chiapas.**

**Aphids (Hemiptera: Aphididae) associated to cocoa plantations (*Theobroma cacao*) in Soconusco region, Chiapas.**

Luis Calderón-Silva<sup>a</sup>, Juan Cisneros-Hernández<sup>a</sup>, Guillermo López-Guillén<sup>b</sup>, y Alfredo Castillo-Vera<sup>a\*</sup>.

<sup>a</sup>Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, Grupo de Ecología y Manejo de Artrópodos, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Carretera Antigua Aeropuerto km 2.5, Tapachula, 30700, Chiapas, México. [luis.calderon@estudianteposgrado.ecosur.mx](mailto:luis.calderon@estudianteposgrado.ecosur.mx), [jcisnero@ecosur.mx](mailto:jcisnero@ecosur.mx), [acastill@ecosur.mx](mailto:acastill@ecosur.mx). <sup>b</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. [lopezguillermo@inifap.gob.mx](mailto:lopezguillermo@inifap.gob.mx).

\*Dirección electrónica del autor para correspondencia: [acastill@ecosur.mx](mailto:acastill@ecosur.mx)

## Resumen

Los áfidos (Hemiptera: Aphididae) son un grupo de insectos rico en especies, con una diversidad poco estudiada en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*). El objetivo del estudio fue determinar la diversidad y abundancia de áfidos en hojas y flores de cacao, así como su distribución geográfica en la región Soconusco, Chiapas, México. Un muestreo dirigido fue realizado sobre árboles con presencia de áfidos, recolectando cinco muestras de hojas y cinco de flores de cacao en 64 plantaciones, durante la época de estiaje. 22, 753 áfidos, pertenecientes a las especies *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii*, fueron recolectados. La primera de estas especies mostró mayor abundancia y fue localizada en todas las plantaciones muestreadas, mientras que *A. gossypii* solo fue detectada en 17 plantaciones. La abundancia de *T. aurantii* fue mayor en hojas (n=14,173) que en flores (n=7,153), mientras que *A. gossypii* fue igualmente abundante en hojas (n=673) y flores (n=754). La presencia de *A. gossypii* en una plantación, siempre estuvo acompañada de *T. aurantii*, pero no al contrario. Este trabajo registra por primera vez a *A. gossypii* infestando flores y hojas de cacao en México, y a *T. aurantii* como la especie con mayor abundancia y ubicuidad geográfica en la región del Soconusco.

**Palabras claves:** pulgones, diversidad, abundancia, distribución geográfica, hojas, flores, *T. aurantii*, *A. gossypii*.

## **Abstract**

Aphids (Hemiptera: Aphididae) are a group of insects rich in species, but with a little-studied diversity in cocoa (*Theobroma cacao* L.) plantations. The objective of this study was to determinate the diversity and abundance of aphids in cocoa leaves and flowers, as well as its geographical distribution in the Soconusco region, Chiapas, Mexico. A directed sampling was carried out on trees with presence of aphids, collecting five samples of leaves and five of cocoa flowers in 64 plantations, during the dry season. 22, 753 aphids, belonging to the species *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii* were collected. The first of these species showed greater abundance and was found in all the sampled plantations, while *A. gossypii* was only detected in 17 plantations. The abundance of *T. aurantii* was higher in leaves (n=14,173) than in flowers (n=7,153), while *A. gossypii* was equality abundant in leaves (n=673) and flowers (n=754). The presence of *A. gossypii* in a plantation was always accompanied by *T. aurantii*, but not the other way around. This is the first record of *A. gossypii* infesting cocoa flowers and leaves in Mexico, and of *T. aurantii* as the species with the highest abundance and geographic ubiquity in the Soconusco region.

**Key words:** diversity, abundance, geographic distribution, leaves, flowers, *T. aurantii*, *A. gossypii*.

## Introducción

Los áfidos (Hemiptera: Aphididae) son importantes plagas y vectores de enfermedades virales, que afectan pocas especies de plantas cultivadas (Blackman y Eastop, 2000), entre ellas al cacao (*Theobroma cacao* L. 1753). Más de 4,700 especies de áfidos han sido descritas en el mundo, con alrededor de 205 especies reportadas en México, siendo de importancia agrícola el 26 % de estas especies (Peña-Martínez, 1992; Rosales-López et al., 2013). Los daños que estos insectos causan a sus hospederos incluyen la transmisión de virus, debilitamiento de la planta por succión de savia, deformaciones de hojas por inyección de toxinas y la aparición de hongos que interfieren en el proceso de fotosíntesis (Cassanello, 2013). Las especies de áfidos infestando plantas de cacao en el mundo incluyen únicamente a *Toxoptera aurantii* (Boy.), *Aphis gossypii* Glover, 1877 y *Sitobion martorelli* (Smith, 1960). *T. aurantii* ha sido la especie con mayores registros mundiales infestando plantaciones de cacao y su presencia ha sido detectada en países como Ghana (Firempong, 1977), India (Srinivasnaik et al. 2016) y Costa Rica (Villalobos-Muller et al., 2010). En México, *T. aurantii* ha sido la única especie hasta ahora asociada a plantaciones de cacao, con presencia en Tabasco (Reyes, 1978) y Chiapas (Hernández-Gómez et al., 2015). El Soconusco es la segunda región productora de cacao de Chiapas, sólo por debajo de la zona norte del Estado, que en conjunto generan el 33% de la producción nacional, con 11,000 toneladas anuales en una superficie de 18,384 hectáreas (SIAP, 2019). Factores sociales, ambientales, tecnológicos y fitosanitarios han generado desinterés por cultivar al cacao en esta región, provocando el abandono de plantaciones durante las últimas décadas (Hernández-Gómez et al., 2015). Esta situación también ha propiciado que la información sobre las plagas y enfermedades del cacao sea limitada, con un escaso avance en el conocimiento sobre la diversidad de áfidos en México para este cultivo. El objetivo de este

estudio fue determinar la diversidad y abundancia de áfidos en hojas y flores de cacao, así como su distribución geográfica en la región Soconusco, Chiapas.

## **Materiales y Métodos**

*Localización de sitios de muestreo.* La región del Soconusco comprende 15 municipios de Chiapas, pero debido a que la superficie cultivada de cacao se extiende hasta el municipio de Mapastepec, 16 municipios fueron incluidos en esta investigación. La localización municipal y geográfica de las plantaciones muestreadas se presentan en la Figura 1. Cuatro plantaciones fueron elegidas en cada municipio, por su accesibilidad, nivel de floración y presencia de áfidos, haciendo un total de 64 plantaciones muestreadas (Fig.1), geo-referenciadas con un GPS (OREGON 350, Garmin Inc., Taipéi, Taiwán). El clima predominante de esta región es cálido subhúmedo con lluvias de mayo a noviembre. El rango de altitud de las plantaciones muestreadas fue de 10-859 msnm. La temperatura y humedad relativa promedio registradas entre *in situ* (10:00-12:00 AM) durante los muestreos fue de  $34.2 \pm 0.8$  °C y  $50 \pm 2.8$  %, respectivamente.

*Descripción del Muestreo.* La diversidad, la abundancia y distribución geográfica de áfidos sobre hojas y flores de cacao, fue determinado en un solo muestreo realizado durante la época de estiaje (diciembre 2018-abril 2019), justo cuando se presenta la floración más importante. Este muestreo fue dirigido sobre árboles de cacao con presencia de áfidos, recolectando cinco muestras de hojas y cinco de flores en 64 plantaciones. Un total de 640 muestras fueron recolectadas en toda la región, y fueron transportadas a 18-20°C dentro de bolsas de polipapel, para su procesamiento en laboratorio. Los áfidos fueron separados de las hojas y flores de cacao, utilizando pinceles y pinzas entomológicas. Los insectos fueron colocados en alcohol al 80% dentro de tubos de propileno tipo Falcon con tapa de plástico, debidamente etiquetados con el nombre de la plantación, la fecha de recolecta y el tipo de muestra (hoja/flor). Las muestras fueron

posteriormente clasificadas por “morfotipos”, usando un microscopio estereoscópico Nikon SMZ745T (Model CX31, Olympus Corporation, Tokio, Japón), registrando el número total de hembras adultas (aladas y ápteras) y ninfas. Hembras adultas (aladas y ápteras) de cada “morfotipo” en buen estado de conservación fueron procesadas y montadas usando la técnica descrita por Peña-Martínez et al. 2001. Los especímenes montados fueron identificados a nivel de especie usando claves taxonómicas (Peña-Martínez, 1992; Blackman y Eastop, 2000) y corroboradas por Gary L Miller del Laboratorio de Entomología Sistemática (USDA/ARS) en Beltsville, MD. Los especímenes fueron digitalizados con una cámara digital ProgRes<sup>®</sup> CT5 (JENOPTIK, Optical Systems, Goeschwitzer, Germany) acoplada al microscopio.

*Análisis estadístico.* El número total de áfidos por especie, recolectados en hojas y flores, fueron comparados entre plantaciones utilizando un ANOVA anidado. La distribución geográfica de las especies determinadas fue representada mediante mapas realizados con el software ArcGIS 10.0. Un valor de  $P < 0.05$  fue considerado significativo en todas las pruebas. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el software (R Core Team, 2019).

## **Resultados**

Un total de 22,753 áfidos fueron extraídos de las muestras de hojas y flores, recolectadas en 64 plantaciones de cacao en la región Soconusco (Table 1). Las formas adultas de áfidos (hembras ápteras y aladas) sumaron 5,835 individuos, mientras que los estadios ninfales fueron 17,918 individuos. Las especies de áfidos se identificaron como: *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii*, en una proporción de 93.7 y 6.3, respectivamente. La presencia de ambas especies colonizando una misma muestra fue muy baja, 2.9% en hojas y 2.2% en flores, con la mayor proporción de muestras con una sola especie presente (> 97% en ambos sustratos). La presencia de *A. gossypii* en una plantación, siempre estuvo acompañada de *T. aurantii*, pero no al contrario.

La proporción de muestras con *T. aurantii* fue de 92.8% en hojas y de 82.2% en flores. La abundancia de *T. aurantii* fue el doble en hojas (66.6%) que en flores (33.4%) ( $F = 20.75$ ;  $g.l = 1$ ;  $P = 0.05$ ) (Tabla 1). El número de especímenes de *T. aurantii* en hojas mostró diferencias significativas por efecto de la interacción de las variables plantación y municipio ( $F = 3.0$ ;  $g.l = 48$ ;  $P < 0.001$ ). La abundancia de *T.aurantii* en flores no mostró diferencias significativas entre municipios ( $F = 3.3$ ;  $g.l. = 15$ ;  $P = 0.05$ ), pero la interacción entre las variables plantación y municipio fue significativa ( $F = 4.2$ ;  $g.l.= 48$ ;  $P < 0.001$ ).

La abundancia de *A. gossypii* fue de 673 individuos en las hojas y 754 en flores, con un total de 395 adultos y 1,032 ninfas. El número de *A. gossypii* fue similar al comparar entre muestras de hojas y flores ( $F = 1.0$ ;  $d.f. = 1$ ;  $P = 0.05$ ). El efecto de los factores municipio/plantación en *A. gossypii* no fue analizado, debido a que su presencia solo fue detectada en el 26% de las plantaciones.

Las dos especies identificadas están ampliamente distribuidas en la región, aunque *T. aurantii* es una especie ubicua en la región, debido a que su presencia fue detectada en todas las plantaciones muestreadas (Fig. 2). La presencia de *A. gossypii* también se encuentra distribuida a lo largo de toda la región, pero su presencia está limitada a 17 plantaciones de 11 municipios (Mapastepec, Acacoyagua, Escuintla, Huixtla, Tuzantán, Tapachula, Cacaohatán, Mazatán, Metapa, Suchiate y Frontera Hidalgo) (Fig.2), sin registros como especie única en ninguna plantación.

## Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que las poblaciones de áfidos de la región del Soconusco están compuestas por las especies *T. aurantii* y *A. gossypii*. La primera de estas especies fue la más abundante y ubicua, mientras que la segunda no había sido registrada previamente en la región de estudio. La abundancia de *T. aurantii* fue mayor en hojas que en flores, mientras *A. gossypii* fue igualmente abundante en ambos estratos.

Este trabajo reporta por primera vez a *A. gossypii* infestando a plantaciones de cacao de México. Esta especie es una importante plaga de varios cultivos en México, como el pepino (Solís-Aguilar et al, 2015), y ha sido registrada infestando plantaciones de cacao en otras partes del mundo (Srinivasnaik et al., 2016), pero hasta ahora su presencia no había sido documentada en cacaotales de nuestro país. *Aphis gossypii* es una especie extremadamente polífaga (Fuller et al., 1999), considerada como una plaga de importancia económica para otros cultivos en México (Gaona-García et al., 2000). Este es primer registro documentado de *A. gossypii* infestando plantaciones de cacao de México, cuya presencia pone en riesgo las áreas de producción de cacao más importantes, localizadas principalmente en Tabasco y Chiapas.

Nuestros resultados muestran que *T. aurantii* es una especie geográficamente ubicua en esta región, porque se encuentra presente en todos los municipios cacaoteros de la región de estudio. Este áfido es también extremadamente polífago y ha sido registrado en más de 120 especies vegetales (Blackman y Eastop, 2020). Además de cacao, sus hospederos incluyen a cítricos, café, té, aguacate, macadamia, níspero, lichi, mango, higo, entre otros (Carver, 1978). La presencia de *T. aurantii* ha sido descrita previamente en cacaotales de Tabasco y Chiapas (Peña-Martínez, 1992; Hernández- Gomez et al., 2015). En México, *T. aurantii* también ha sido reportado en otros cultivos importantes como naranja (Gaona-García et al., 2000), limón persa (Stoetzel, 1994), café (Ibarra-Núñez, 1990) y yaca (Rodríguez-Palomera et al., 2017). En la

región de estudio, *T. aurantii* es la especie más abundante, tanto en hojas y flores de árboles de cacao, en comparación con *A. gossypii*, que solo fue registrada en el 26% de las plantaciones muestreadas. Coincidentemente, otros autores señalan que el cacao representa un hábitat que ofrece los recursos óptimos para el establecimiento de *T. aurantii* en este cultivo (Firempong, 1977). En este sentido, aunque tanto hojas como flores de cacao son colonizadas por ambas especies, las hojas jóvenes de cacao parecen ser el estrato de la planta más propicio para el crecimiento de las poblaciones de *T. aurantii*, quizá porque ofrecen una mayor superficie de contacto, en comparación con las flores. Esta especie tiene un amplio rango de hospederos, así como también es el principal y más frecuente áfido asociado a plantaciones de cacao en todo el mundo (Leonard et al., 1971). La ubicuidad geográfica de esta especie en la región de estudio puede ser consecuencia de poblaciones simpátricas genéticamente diferenciadas que condicionan en los áfidos su preferencia a ciertas plantas hospederas (Carletto et al, 2009), lo que confiere una especialización ecológica a esta especie y ha permitido el establecimiento, dispersión y crecimiento de sus poblaciones en toda la región cacaotera del Soconusco.

En otros cultivos, las poblaciones de *A. gossypii* se distribuyen por contagio (Gaona-García et al., 2000). Sin embargo, en las plantaciones de cacao las poblaciones de *A. gossypii* no crecen, ni se distribuyen ampliamente como *T. aurantii*, probablemente porque las plantaciones de cacao representan una abundante fuente de recursos que esta especie usa solo como refugio (Carletto et al., 2009). Bajo esta perspectiva, el cultivo de cacao puede estar funcionando como un reservorio natural de *A. gossypii*, al ofrecer recursos que le permite a sus poblaciones sobrevivir y posteriormente colonizar otras plantas hospederas, aumentando el riesgo de transmisión de enfermedades. Ambas especies son vectores de virus fitopatógenos, como el virus de la tristeza de los cítricos (Vara et al., 2001). *Toxoptera aurantii* es vector del virus de la

hinchazón en cacao en la región donde fue realizado el presente estudio (López et al., 2003), mientras que *Aphis gossypii* es vector de más de 50 virus (Villalobos-Muller et al., 2010).

El registro de especies de áfidos asociados al cacao no sólo es importante para México, sino que también representa un avance al conocimiento de las especies asociadas a este importante cultivo en el ámbito mundial, al generar información respecto a los patrones de distribución y potencial de daño de las especies de áfidos en las plantaciones de cacao.

### **Agradecimientos**

Agradecemos al Conacyt la beca otorgada a LCS (CVU 883390) durante sus estudios de maestría. Agradecemos al Dr. Gary L. Miller por corroborar la determinación de los especímenes.

## Referencias

- Blackman, R. L. y Eastop, V.F. (2000). Aphids on the world's crops. An identification and information guide. John Willey & Sons. Chichester, U.K.
- Carletto, J., Lombaert, E., Chavigny, P., Brévault, T., Lapchin, L., y Vanlerberghe-Masutti, F. (2009). Ecological specialization of the aphid *Aphis gossypii* Glover on cultivated host plants. *Molecular Ecology*. 18, 2198-2212.
- Carver, M. (1978). The black citrus aphids, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) and *T. aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera: Aphididae). *Australian Journal of Entomology*. 17, 263-270.
- Cassanello, A. L. (2013). Principales especies de pulgones ("ky") que atacan a los cítricos en Paraguay y su control. *Investigación Agraria*. 2, 30-37.
- Firempong, S. (1977). Biology of *Toxoptera aurantii* (Homoptera: Aphididae) on cocoa in Ghana. *Journal of Natural History*. 11, 409-416.
- Fuller, S. J., Chavigny, P., Lapchin, L., y Vanlerberghe-Masutti, F. (1999). Variation in clonal diversity in glasshouse infestations of the aphid, *Aphis gossypii* Glover in southern France. *Molecular Ecology*. 8, 1867-1877.
- Gaona-García, G., Ruíz-Cancino, E. y Peña-Martínez, R. (2000). Los pulgones (Homoptera: Aphididae) y sus enemigos naturales en la naranja, *Citrus sinensis* (L), en la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 81, 1-12.
- Hernández-Gómez, E., Hernández-Morales, J., Avendaño-Arrazate, C. H., López-Guillen, G., Garrido-Ramírez, E. R., Romero-Nápoles, J., y Nava-Díaz, C. (2015). Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 33(2), 232-246.

Ibarra-Núñez, G. (1990). Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México. I variedad y abundancia. *Folia Entomológica Mexicana*. 79: 207-231.

Leonard, M. D., Walker, H. G., y Enari, L. (1971). Host plants of *Toxoptera aurantii* at the Los Angeles State and County Arboretum, Arcadia, California (Homoptera: Aphididae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 73, 324-326.

López, A.P., Delgado, N.V.H., Azpeitia, M.A., López, A.J.I., Jiménez, C.J.A., Flores, R.A., Fraire, S.L., y Castañeda, C.R. (2003). El cacao en Tabasco: manejo y producción. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.

Peña-Martínez, R. (1992). Identificación de áfidos de importancia agrícola. En C. Urias, M., R. Rodríguez-M, y T. Alejandro-A (Eds.), *Áfidos como vectores de virus en México* (pp. 1-135). Montecillo, Estado de México: Centro de Fitopatología.

Peña-Martínez, R., Villegas-Jiménez, N., Lomelí-Flores, JR.(2001). Técnicas de colecta, montaje y preservación de pulgones y algunos de sus enemigos naturales. P. 45-55. En 2º Taller de Control Biológico del pulgón café *Toxoptera citricida*, vector del virus de la tristeza de los cítricos. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. 208.

Reyes, V. (1978). Estudio sobre control biológico del pulgón *Toxoptera aurantii* en el cacao cultivado de Tabasco. *Folia Entomológica Mexicana*. 39-40, 124.

R Core Team, (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., Esquivel, Gregório., Robles, Agustín., Peña Martínez, R., y Muñoz-Viveros, A. (2017). Primer Registro de *Aphis* ( *Toxoptera* ) *aurantii* en *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) en México. *Southwestern Entomologist*. 42. 1111-1114.

Rosales-López, A., Flores-Dávila, M., Aguirre-Uribe, L. A., González Villegas, R., Villegas-Jiménez, N., y Vega-Ortíz, H. E. (2013). Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el sureste de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 987-997.

SIAP. (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Ciudad de México.

Srinivasnaik, S., Suganthy, M., Kumar, S. M., y Jegadeeswari, V. (2016). Survey, documentation, and identification of entomofauna of cocoa, *Theobroma cacao* L. in major cocoa growing regions of South India. *Journal of Applied and Natural Science*. 8, 1444-1451.

Smith, C. F. (1960). Aphids (Aphidae: Homoptera) on "cacao" in the Dominican Republic. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 44, 154-156.

Solís-Aguilar, J. F., Flores-Moreno, D. E., Díaz-Nájera, J. F., Tejeda-Reyes, M. A., y Marroquín-Pérez, T. S. (2015). Extracto de *Tagetes* spp. en el control de *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) en pepino, en ciudad Ayala, Morelos. *Revista de Entomología Mexicana*, 2, 451-455.

Stoetzel, M. B. (1994). Aphids (Homoptera: Aphididae) of potential importance on *Citrus* in the United States with illustrated keys to species. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 96, 74-90.

Vara, S. S., Martínez, R. P., Jiménez, N. V., Murphy, K. F. B., y Peña, M. A. R. (2001). Distribución del virus de la tristeza en tres plantaciones comerciales de cítricos del estado de Nuevo León, México. *Agrociencia*. 35, 441-450.

Villalobos Muller, W., Pérez Hidalgo, N., Mier Durante, M. P., y Nieto Nafría, J. M. (2010). Aphididae (Hemiptera: Sternorrhyncha) from Costa Rica, with new records for Central America. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. 34, 1-38.

**Table 1.** Abundancia de *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii* recolectadas sobre hojas y flores de cacao de plantaciones en la región del Soconusco, Chiapas, México.

Municipio	<i>Toxoptera aurantii</i>		<i>Aphis gossypii</i>	
	Hojas	Flores	Hojas	Flores
Acacoyagua	811	857	1	41
Acapetahua	998	320		
Cacahoatán	863	423	129	
Huehuetán	745	639		
Huixtla	515	490	63	250
Escuintla	2264	271	13	
Frontera Hidalgo	834	487	30	1
Mapastepec	489	196	55	
Metapa	983	445		
Mazatán	727	496	62	50
Suchiate	789	498	155	133
Tapachula	833	684	165	
Tuxtla Chico	967	1039		
Tuzantán	811	550		176
Villa Comaltitlán	818	411		103
Unión Juárez	726	409		
<b>Total</b>	<b>14173</b>	<b>7153</b>	<b>673</b>	<b>754</b>

## Leyendas de Figuras

**Figura 1:** Localización municipal y geográfica de las plantaciones elegidas para el muestreo de áfidos en hojas y flores de cacao en la región del Soconusco, Chiapas, México.

**Figura 2.** Distribución geográfica de *Toxoptera aurantii* (A) y *Aphis gossypii* (B) en la región del Soconusco, Chiapas, México.

Fig 1.

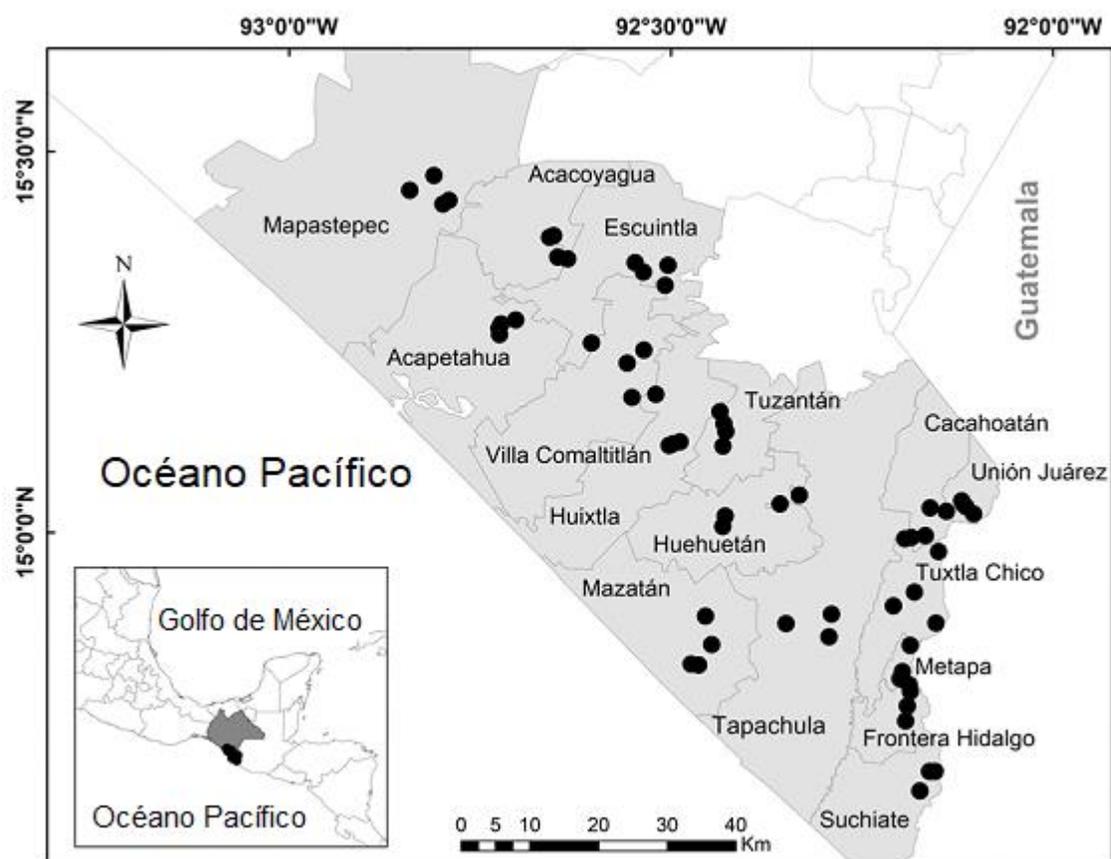
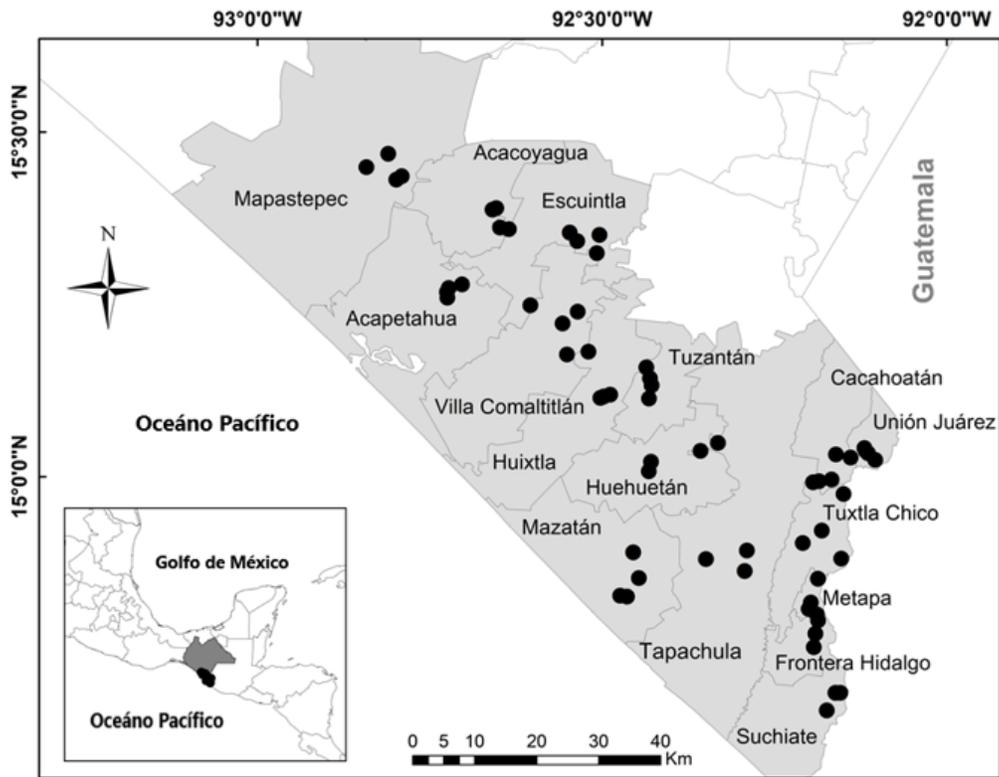
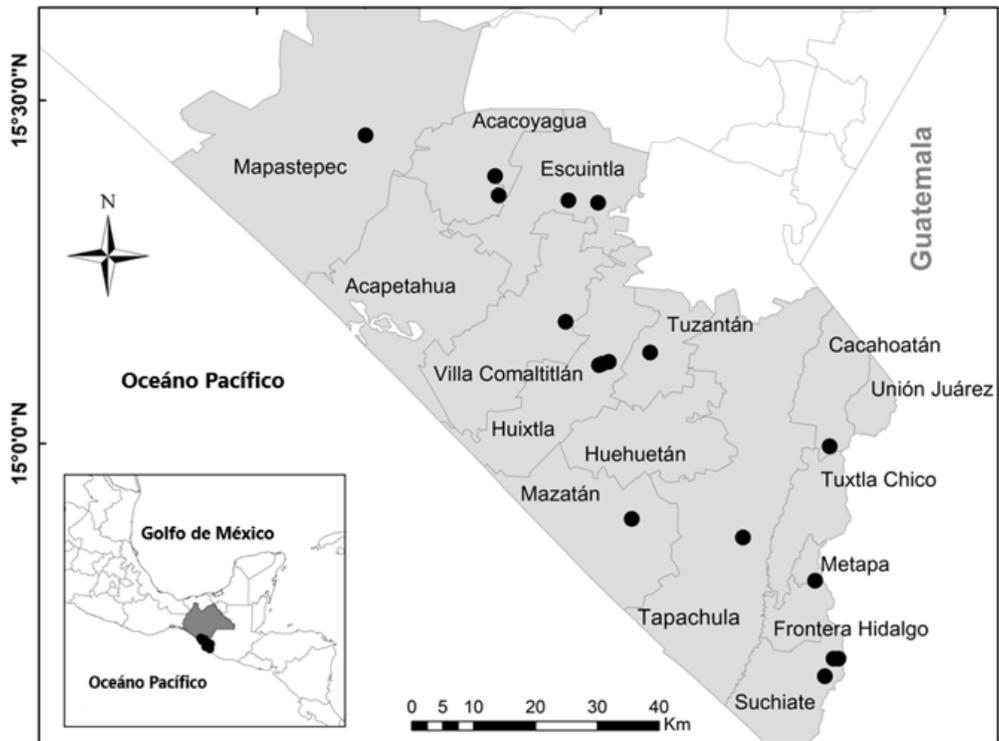


Fig. 2.



A



B

#### IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo demuestra que las poblaciones de áfidos presentes en las plantaciones de cacao de la región Soconusco Chiapas, están compuestas por las especies *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii*. Además, se reporta por primera vez a *A. gossypii* infestando a plantaciones de cacao en México.

Nuestros resultados muestran que *T. aurantii* es la principal especie asociada al cacao y geográficamente ubicua en esta región al encontrarse en todos los municipios cacaoteros del Soconusco.

El registro de especies de áfidos asociados al cacao no sólo es importante para México, sino que también representa un avance al conocimiento de las especies asociadas a este importante cultivo en el ámbito mundial, al generar información respecto a los patrones de distribución y potencial de daño de las especies de áfidos en las plantaciones de cacao.

## V. LITERATURA CITADA

- Bayer C, Kubitzki K. 2003. Malvaceae. In: Kubitzki, K. and Bayer, C., (Ed). The Families and Genera of Vascular/Plants. Malvales, Capparales and Non-Betalain Caryophyllales. Springer, Vol. V. p.225-311.
- Blackman R, Eastop V. 1984. Aphids on the World's crops: An identification and information guide. John Wiley and Sons. United Kingdom 466 p.
- Cisneros-Hernandez J. 2003. Diversidad y fluctuación de áfidos asociados al cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Cuitláhuac, Veracruz. Colegio de Postgraduados. Tesis de maestría. México. 81.
- Delfino MA. 2005. Inventario de las asociaciones áfido-planta en el Perú. Ecol. Apl. 4: 143-158.
- Delfino MA, Monelos HL, Peri PL, Buffa LM. 2007. Áfidos (Hemiptera, Aphididae) de Interés económico en La Provincia De Santa Cruz. Ria. 36: 147–154.
- Donis J. 1988. Incidencia de plagas insectiles en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo sol y sombra en la zona atlántica de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Tesis de Maestría. Costa Rica. 193 p
- FAO 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Internet]. [citado 2020 Dic 5]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Firempong, S. (1977). Biology of *Toxoptera aurantii* (Homoptera: Aphididae) on cocoa in Ghana. J. Nat. Hist. 11, 409-416.
- Garita Rojas C. 2016. Efecto de los áfidos, las hormigas y su asociación sobre el aborto de los cojines florales en híbridos de *Theobroma cacao*. Universidad Nacional de Costa Rica. Tesis de Maestría. Heredia, Costa Rica. 82
- Hernández-Gómez E, Hernández-Morales J, Avendaño- Arrazate CH, López-Guillen G, Garrido-Ramírez ER, Romero-Nápoles J, Nava-Díaz C. 2015. Factores

socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. Rev. Mex. Fitopatol. 33: 233–246

Motamayor JC, Risterucci AM, López PA, Ortiz CF, Moreno A, Lanaud C. 2002. Cacao domestication I: The origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity 89: 380-386

Peña- Martínez R. 1992. Identificación de áfidos de importancia agrícola en México, In: Urias, M.C., R. Rodríguez, M. y T. Alejandro-A. (Eds). Áfidos como vectores de virus en México. Colegio de Postgraduados, Centro de Fitopatología, Vol. II.163.

Peralta A, González NA. 1983. Fluctuación poblacional de *Toxoptera aurantii* (B. de F.) y distribución temporal de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas con esta plaga en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Memorias XVII Congreso Nacional de Entomología. México. pp. 72-73.

Ricci M, Padín S, Ringuelet J, Kahan A. 2006. Utilización de aceite esencial de Lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) como repelente de *Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo. Agricultura Técnica 66: 256-263.

Rosales-López A, Flores-Dávila M, Aguirre-Uribe LA, González Villegas R, Villegas-Jiménez N, Héctor Y, Vega-Ortíz E. 2013. Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el sureste de Coahuila. Rev. Mexicana Cienc. Agríc. 4: 987–997.

SIAP 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [Internet]. [Citado 2021 Ene 30]. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Srinivasnaik S, Suganthy M, Kumar SM, Jegadeeswari V. 2016. Biology of *Toxoptera aurantii*, *Planococcus citri*, *Paracoccus marginatus* and *Helopeltis bradyi* infesting cocoa, *Theobroma cacao* L. New Agriculturist. 27:211–215.

Villalobos-Muller W, Pérez Hidalgo N, Mier Durante MP, Nieto Nafría JM. 2010. Aphididae (Hemiptera: Sternorrhyncha) from Costa Rica, with new records for Central America. Bol. Asoc. Esp. Entomol. 34: 145–182.