

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“INVENTARIO DE ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A *Diaphorina citri*
(KUWAYAMA, 1907) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), EN DOS FINCAS DE
PRODUCCIÓN CITRÍCOLA EN EL DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR,
EL SALVADOR”**

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO POR:

ROSMERI YAMILETH HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2016.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“INVENTARIO DE ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A *Diaphorina citri*
(KUWAYAMA, 1907) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), EN DOS FINCAS DE
PRODUCCIÓN CITRÍCOLA EN EL DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR,
EL SALVADOR”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR:

ROSMERI YAMILETH HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

ASESORES DE LA INVESTIGACIÓN:

M.Sc. ZOILA VIRGINIA GUERRERO MENDOZA

INTERNO

ING. JOSÉ ALBERTO FLORES CHORRO

EXTERNO

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2016.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“INVENTARIO DE ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A *Diaphorina citri*
(KUWAYAMA, 1907) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), EN DOS FINCAS DE
PRODUCCIÓN CITRÍCOLA EN EL DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR,
EL SALVADOR”**

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO POR:

ROSMERI YAMILETH HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

JURADO: _____

ING. ANAKELY ROMERO DE HUEZO

JURADO: _____

M.Sc. RENÉ FUENTES MORÁN

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2016.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. LUIS ARGUETA ANTILLÓN

RECTOR INTERINO

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

SECRETARIA GENERAL

LCDO. FRANCISCO CRUZ LETONA

FISCAL

LCDO. MAURICIO HERNÁN LOVO

DECANO FACULTAD CIENCIAS NATURALES

Y MATEMATICA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

DIRECTOR DE LA ESCUELA

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2016.

DEDICATORIA

- **A Dios Todo Poderoso,** Tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda incondicional, nunca me has abandonado siempre has estado conmigo apoyándome en cada paso que doy, has puesto tu mano poderosa en cada etapa de mi vida.
Este trabajo de tesis ha sido una gran Bendición en todo sentido y te lo agradezco, no cabe duda que tú estás presente en esta meta cumplida.
- **A mi querida Madre, María Martha Hernández:** Por ser siempre incondicional y darme siempre apoyo en todo momento, por llevarme en oración en cada momento de mi vida, Gracias por existir y darme el privilegio de ser tu pequeña hija, Diosito te de Salud y te bendiga hoy, mañana y siempre te amo mamá.
- **A mi Padre: José Pedro Martínez** Por estar siempre cuidando a la Reina de la casa mi querida madre.
- **Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amado esposo Juan Agustín Arias:** por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, gracias por tu comprensión, cariño y amor te amo con todo mi corazón.
- **A mi amado hijo, Diego Agustín Arias Hernández:** por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.
- **A mi segunda madre, Antonia Rosa:** quien me apoyo incondicionalmente sin esperar nada a cambio, siendo la segunda madre de mi hijo para que siguiera adelante y siempre ser perseverante para cumplir esta meta.
- **A mis hermanos:** Alexi Hernández, Liliana Hernández y mi querida cuñada Georgina Bermúdez: mis sobrinos (Hadeyli, Alejandra, Hendrick, Lisandrito y Mi sobrinito Alvarito). Y a todos mis familiares que de alguna manera celebrarán mi éxito.
- **Y mi amiga Lic. Zoila Virginia Guerrero:** Porque gracias a su apoyo incondicional y compartir su conocimiento hizo de esta experiencia una de las más especiales, que contribuyo en mi formación enseñándome el verdadero valor de la solidaridad y amistad.

Y a todos aquellos que de una u otra manera me han apoyado y que por razones muy humanas no los menciono, mil disculpas que en un momento de mi vida me brindaron su apoyo, consejos, oraciones y deseo, atreves de este párrafo darles las gracias, creyendo que Dios quien todo lo ve pueda bendecir sus vidas y multiplicar en gran manera lo que todas aquellas personas sin esperar nada a cambio muestran bondad y cariño a sus semejantes.

“Siembra una buena y sincera amistad, y probablemente el tiempo te permitirá disfrutar de una agradable cosecha”.

Dios les Bendiga a cada uno de Uds....

Rosmeri Yamileth Hernández Martínez.

AGRADECIMIENTOS

- **El presente trabajo de tesis:** primeramente me gustaría agradecer a **Dios todo poderoso**, por bendecirme y permitirme llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado. Al creador de todas las cosas, al que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, por ello con toda humildad de mi corazón te dedico este logro.
- **A mis padres Martha Hernández y Pedro Martínez:** Que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cuales me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, este logro también es de Uds.
- **A mi esposo, Juan Agustín Arias y mi hijo Diego Agustín Arias:** por darme fuerzas para continuar cada día, mi motivación para seguir luchando a pesar de las adversidades, mis dos amores los amo con todo mi corazón mil gracias por existir.
- **A mi suegra, Antonia Rosa:** Por apoyarme con mi querido hijo, por darme su enseñanza de madre y estar presente cada día.
- **A mis hermanos Alexi y Liliana:** siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional. Por compartir con migo buenos y malos momentos.
- **A Lic. Zoila Virginia Guerrero Mendoza:** por su conocimiento, orientación, su manera de trabajar, su persistencia, por su paciencia, su ayuda y asesoría ha sido fundamental para la realización de esta investigación. Mil gracias por todo.
- **Al jurado calificador,** por apoyarme en todo el proceso de Tesis, su conocimiento ha enriquecido grandemente la investigación y en especial al **Master René Fuentes** por su guía y orientación que ha sido fundamental.
- **A todos los docentes y trabajadores:** de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas que colaboraron en nuestra formación profesional y en el desarrollo de la investigación, y en especial a los docentes de la escuela de Biología.
- **A mí querida Universidad de El Salvador:** Por darme la oportunidad de egresar de ella; me siento sumamente orgullosa de ser un profesional de la UES.
- **Al Ing. José Alberto Flores Chorro:** Primeramente por aceptar esa nota para entrar al Laboratorio a realizar mis horas sociales, por ser mi asesor y apoyarme en la fase de campo y laboratorio de esta investigación, por permitirme ser parte de esta familia de Laboratorio de Sanidad Vegetal.

- **A la Ing. Anakely de Huevo:** amiga y compañera me has apoyado durante todo este proceso, gracias por tu enseñanza y compañerismo.
- **Al Ing. Yanes por su apoyo incondicional, a la Ing. Karen Cisneros** por estar muy pendiente de este proceso y por poner su aporte y apoyo en este proceso.
- **Al Douglas Ernesto Escobar:** Jefe de la Dirección General de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura, por abrir las puertas de sus instalaciones y brindarme apoyo Técnico y de Laboratorio para la durante la investigación.
- **A mi amiga y compañera:** Roxana Margarita López, gracias por tu valiosa amistad, ese apoyo incondicional en todo momento de esta investigación ha sido vital, mil gracias por transmitirme ese sentido de lucha y fuerza a enfrentar todos los obstáculos que se me han presentado, ejemplo de lealtad y amistad. Gracias por estar ahí a las dos de la mañana muy amablemente contestando mis preguntas.
- **Y a mí querida amiga / hermana:** Yolanda Isabel Martínez (Yoly), sabes que te quiero mucho y te agradezco por ese apoyo incondicional, en todos estos años mil gracias por estar en la tristeza y alegría, por compartir tu conocimiento, por abrir las puertas de tu casa y sobre de tu corazón infinitas gracias que Diosito te bendiga siempre por ser la personita que eres.
- **A Ivannia Griselda siempre serás Samaira:** Gracias por cruzarte ese día que no fue tan agradable, pero que al final gracias a Dios pude conocer ese ser especial con una mezcla de inocencia, he compartido contigo y puedo compartir esta felicidad inmensa que sé que esperábamos con todo el corazón.
- **Ing. Alfredo Morales Rodríguez y el Dr. Alfredo Morales Tejón:** investigadores de Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba. Por su valiosa revisión y observaciones al documento que han sido de gran ayuda en mi trabajo de tesis.
- **Ing. Oscar Lemus (Q.E.P.D):** Docente de la Escuela de Matemática, de la Universidad de El Salvador. Le estaré eternamente agradecida por su valioso tiempo para revisar mi documento de tesis, fue de mucha ayuda mil gracias.

Mil Gracias por todo.

Rosmeri Yamileth Hernández Martínez.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. FUNDAMENTO TEÓRICO	4
3.1. Antecedentes	4
3.2. Taxonomía del insecto vector	6
3.3. Ciclo de vida	6
3.4. Descripción Morfológica.....	7
3.5. Conducta y hábitos	8
3.6. Alimentación y Hospedero.....	8
3.7. Factores Ambientales	9
3.8. Mecanismos de movimiento o dispersión	9
3.9. Distribución Geográfica de <i>D. citri</i>	10
3.10. Importancia de <i>Diaphorina citri</i>	10
3.11. Enemigos naturales	11
3.12. Características y atributos de los enemigos naturales	12
3.13. Tipos de enemigos naturales	12
3.13.1. Depredadores	12
3.13.2. Parasitoides	14
3.13.2.1. Tipos de Parasitoides	15
3.13.4. Principales Ordenes y Familias.....	16
3.13.3. Hongos entomopatógenos	17
3.14. Distribución Geográfica del Limón Pérsico en El Salvador	18
3.14.1. Taxonomía del Limón Pérsico	19
3.14.2. Factores Ambientales	19
	ix

3.14.4. Importancia económica	20
3.15. Distribución Geográfica de Mandarina en El Salvador.....	20
3.15.1. Taxonomía de Mandarina	21
3.15.2. Factores Ambientales.....	21
3.15.4. Importancia económica	22
3.16. Generalidades del Cultivo de Naranja.....	22
3.16.1. Descripción de Naranja.....	22
3.16.2. Factores Ambientales.....	23
IV. METODOLOGIA	24
4.1. Ubicación y descripción del área de estudio:	25
4.2. Técnica de muestreo.....	27
4.3. Etapa de muestreo o fase de Campo	27
4.3.1 Periodicidad de muestreo	27
4.3.2. Muestreo de ninfas y adultos en brotes tiernos y por inspección visual	28
4.3.3 Criterios de Inclusión.....	28
4.3.4. Colecta de muestras:	29
4.4. Captura de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> . Con trampas amarillas.....	30
4.5. Fase de Laboratorio.....	32
4.5.1. Identificación de enemigos naturales	32
4.5.2. Lista de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera, Psyllidae) reportados en los agrosistemas de Cuba y México.....	33
4.6. Metodología estadística.....	34
4.7. Técnica de Análisis	34
V. RESULTADOS	36
VI. DISCUSIÓN.....	54
VII. CONCLUSIONES	59
VIII. RECOMENDACIONES.....	60
IX. BIBLIOGRAFIA.....	61
X. ANEXOS	67

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Nombres y características de los sitios de muestreo. En el Departamento de San Salvador.....	24
Tabla N° 2. Colecta de muestras en campo de brotes tiernos.....	29
Tabla N° 3. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> reportados en Cuba y Mexico	33
Tabla N° 4. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en las dos fincas citricolas.....	36
Tabla N° 5. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en Finca El Trapiche.....	41
Tabla N° 6. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en Finca Los Planes.....	42
Tabla N° 7. Abundancia total de especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontradas en las dos fincas.....	43
Tabla N° 8. Distribución y abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en las dos fincas citricolas.....	44
Tabla N° 9. Abundancia total de especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en Finca el Trapiche.....	46
Tabla N° 10. Abundancia total de especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en Finca Los Planes.....	47
Tabla N° 11. Porcentaje de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en las dos Fincas	48
Tabla N° 12. Estadios de especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en las dos fincas de muestreo	49
Tabla N° 13. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en Finca El Trapiche.....	50
Tabla N° 14. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en trampas amarillas en Finca Los Planes.	51
Tabla N° 15. Especies de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> encontrados en trampas amarillas en en la dos fincas estudiadas.	52
Tabla N° 16. valores obtenidos del índice de Shannon-Wiener y Simpson.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las fincas cítricas, en el Departamento de San Salvador.....	24
Figura 2. Ubicación de trampas amarillas Finca El Trapiche, en el Departamento de San Salvador.....	26
Figura 3. Ubicación de trampas amarillas Finca Los Planes, en el Departamento de San Salvador.....	26
Figura 4. Esquema de Ubicación para la toma de muestras de meristemos apicales.....	28
Figura 5. Ninfas de <i>Diaphorina citri</i> con presencia de tubulos cerosos.....	30
Figura 6. Diferencia de ninfas sanas A) y ninfas de <i>D. citri</i> Parasitadas, por <i>Tamarixia radiata</i>	30
Figura 7. Modelo de depósito para brotes tiernos.	30
Figura 8. Colocación de trampa amarilla pegante en árboles.....	31
Figura 9. Ubicación de trampas amarillas.....	32
Figura 10. <i>Azya sp</i>	36
Figura 11. <i>Ceraeochrysa sp</i>	37
Figura 12. <i>Chilocorus cacti</i>	37
Figura 13. <i>Chrysoperla sp</i>	38
Figura 14. <i>Cycloneda sanguinea</i>	38
Figura 15. <i>Hyperaspis sp</i>	39
Figura 16. <i>Olla v- nigrum</i>	39
Figura 17. <i>Scymnus sp</i>	40
Figura 18. Especie del Orden Coleoptera.....	40
Figura 19. <i>Tamarixia radiata</i>	41
Figura 20. Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> . en Finca El Trapiche.....	42
Figura 21. Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> . en Finca Los Planes.....	43
Figura 22. Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en las dos Fincas de muestreo.....	44
Figura 23. Comparación de Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en las dos Fincas de muestreo.....	45

Figura 24. Porcentaje de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> . correspondiente a Fincas El Trapiche.....	46
Figura 25. Porcentaje de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> correspondiente a Fincas Los Planes.....	47
Figura 26. Porcentaje de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> correspondiente a las dos Fincas de muestreadas.....	48
Figura 27. Estadio de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> presentes en las dos muestreadas	50
Figura 28. Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> presentes en Finca El Trapiche.....	51
Figura 29. Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> presentes en Fincas Los Planes.....	52
Figura 30. Distribucion y Abundancia de enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> en trampas amarillas en las dos fincas de muestreo.....	53

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de buscar enemigos naturales de *Diaphorina citri* en finca El Trapiche (1) y Finca Los Planes (2), ambas ubicadas en la Subregión Metropolitana de San Salvador, entre las coordenadas geográficas $15^{\circ} 08' 639''$ N y $27^{\circ} 20' 11''$ O. Y $15^{\circ} 09' 771''$ N y $26^{\circ} 20' 27''$ O. Para la captura de enemigos naturales se realizó una fase de campo en los dos sitios de estudio, mediante la colecta de brotes tiernos, así como censos visuales, desde las 7:00 am hasta las 10:00 am (se realizaron ocho muestreos, dos muestreos mensuales durante cuatro meses), además se colocaron trampas amarillas, las cuales fueron consideradas para la selección de árboles a muestrear en cada finca. La identificación de especies se realizó mediante comparación morfológica utilizando claves pictóricas y la verificación de especies mediante soporte técnico en la colección entomológica del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la ratificación de especies se realizó por consulta virtual con expertos en el área de entomología de Colombia y México. Para el análisis de datos se utilizaron los índices de diversidad alfa: Shannon-Wiener y Simpson. En las dos fincas muestreadas se encontraron 10 especies de enemigos naturales, los mismos para cada finca: *Tamarixia radiata*, *Chrysoperla sp*, *Ceraeochrysa sp*, *Hyperaspis sp*, *Chilocorus cacti*, *Scymnus sp*, *Cycloneda sanguínea*, *Olla v-nigrum*, *Azya sp* y una especie del Orden Coleoptera. Pertenecientes a 3 familias (Eulophidae, Chrysopidae, Coccinellidae). Los datos obtenidos presentan que *Tamarixia radiata*, *Chrysoperla sp* y *Ceraeochrysa sp* son las especies más importantes en los dos sitios ya que presentaron mayor abundancia en las dos fincas.

I. INTRODUCCION

Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), causa daños directos a la citricultura, mediante la extracción de savia en los brotes tiernos (Rodríguez *et al.* 2012) y daños indirectos como vector de la bacteria *Candidatus liberibacter* agente del Huang Long Bing (HLB) o “enfermedad del brote amarillo” que afecta la citricultura en diversas regiones del mundo considerándose una pandemia (Aguilar *et al.* 2011, Baeza 2008, OIRSA 2009b, Mara y Peyrou 2010, Preza 2011, Ramos 2011, Lozano y Jasso 2012, MAG 2012). Este insecto fue detectado el 2009 en El Salvador, desde ese año la citricultura nacional se ha visto amenazada por la presencia de esta plaga según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA 2009).

Etiología del HLB: La bacteria *C. liberibacter*, ataca a plantas de la Familia rutáceas, como el limón, naranja y mandarina, se aloja en el floema reduciendo los niveles de nitrógeno, fósforo, azufre, zinc y hierro; Además induce en la planta la liberación de una sustancia química volátil llamada salicilato de metilo, haciendo que las plantas infectadas sean más atractivas para los vectores que las no infectadas (COSAVE 2011, Mann *et al.* 2012).

Sintomatología del HLB: Las plantas muestran defoliación con muerte apical en pocos años después de ocurrida la infección, moteado y amarillamiento generalizado, brotes múltiples con hojas pequeñas, pálidas y moteadas que crecen en posición erecta “orejas de conejo”, floración fuera de época, retraso del crecimiento, caída de frutos y hojas, frutos deformes de tamaño pequeño, con pobre coloración, sabor amargo y semillas deformes (Bove, 2006).

El Salvador presenta un área de producción de cítricos de 10,400 hectáreas (ha), de las cuales se obtienen alrededor de 68, 812,580 Kg, que constituyen el rubro cítrícola basado en la producción de limones, mandarinas y naranjas (MAG 2011a).

El presente trabajo registra el primer inventario de enemigos naturales de *D. citri* en dos fincas cítricas de San Salvador, con base al análisis de brotes tiernos, inspecciones visuales y lectura de trampas amarillas, el cual genera un instrumento para instituciones tomadoras de decisiones que abordan la problemática y medidas respectivas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Elaborar un inventario de los enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1907) (Hemiptera: Psyllidae) en las fincas citrícolas El Trapiche y Los Planes del departamento de San Salvador, El Salvador.

2.2. Objetivos Específicos

- Conocer la riqueza de especies de enemigos naturales de *D. citri* durante el periodo de monitoreo.
- Identificar los enemigos naturales de *D. citri* colectados.
- Registrar la abundancia de enemigos naturales de *D. citri* en dos fincas de producción citrícola en el departamento de San Salvador.

III. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

El HLB fue descrito por Reinking en 1919 en el sur de China, cuando aún se desconocía su etiología. Según investigaciones para el año 1936 se había dispersado y constituido en un serio problema. La enfermedad de Huang Long Bing, se confirmó por primera vez en el continente Asiático, en el país de China, a finales del siglo XIX, posteriormente se manifiesta en África del Sur a principios del siglo XX, diseminándose a través de los años hacia varios países de ambos continentes (COSAVE 2011, Robles 2008).

En el año 2004 se confirma la presencia de la enfermedad en el continente Americano, en el Estado de Sao Pablo de Brasil, extendiéndose a otros estados de dicho país (Paraná y Minas Gerais), en 2005 es confirmada en los Estados Unidos de América (Florida, Louisiana y Carolina del Sur), manifestándose en el año 2007 en Cuba y en el año 2008 en la República Dominicana (COSAVE 2011, García 2009a, Robles 2008).

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria de México (SENASICA), confirma por primera vez a *D. citri* Kuwayama. En México, en el año 2002, con una rápida adaptabilidad a los cítricos como su principal hospedero, para 2008 finalizó la invasión del insecto a todas las zonas citrícolas del país, para lo cual se han realizado actividades de vigilancia estratégica (exploración), muestreo, diagnóstico, control y capacitación (García 2009a, Lozano *et al.* 2012, SENASICA 2013), para el 2009 es confirmada oficialmente el HLB en México (García 2009a, Macías *et al.* 2013).

Salcedo *et al.* (2011), menciona que los resultados de Brasil y los actuales de México señalan que la dispersión del patógeno puede reducirse, pero no evitarse, debido a la movilidad aérea del vector y del material propagativo, por lo que la ejecución de acciones contra el vector es imperativa.

Oficialmente ha sido confirmada en México y Belice en el año 2009, Guatemala y Nicaragua en el 2010, (países miembros de OIRSA), se encuentran bajo un alto nivel de riesgo fitosanitario debido a la presencia confirmada en seis de los nueve países que conforman la región de OIRSA, el HLB es una enfermedad incurable, que se transmite a través de un vector y que puede causar pérdidas de hasta el 100 por ciento en la producción, además de limitar las exportaciones y dejar a miles de personas sin empleo,

poniendo en peligro sus medios de vida sostenibles y causando un impacto social y económico de grandes proporciones en los países (OIRSA 2009b).

El Salvador ha establecido un programa de monitoreo, desde el 2009 hasta la fecha con apoyo del personal del Área de Vigilancia Fitosanitaria, se ha encontrado la presencia de *D. citri* en 4,534.90 mz (3192.87 ha), de cultivos citrícolas; mediante el desarrollo de actividades encaminadas a la detección oportuna de la bacteria en el floema de las plantas por medio de la técnica de Análisis que consiste en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), para la cual se analizan muestras de tejido vegetal e insectos de *D. citri* que pueden presentar la bacteria *C. liberibacter* Asiaticus (MAG 2012).

En el país a pesar de que aún no se ha manifestado la enfermedad del HLB, se corre el grave peligro, para la citricultura nacional, ya que se tiene en 11 de los 14 departamentos la presencia del insecto vector *D. citri* y por lo tanto se está propenso a que en cualquier momento se introduzca dicha enfermedad (MAG 2012).

Etiología del HLB: La bacteria *C. liberibacter*, ataca a plantas cítricas de la Familia rutáceas, como el limón, naranja y mandarina, alojándose en el floema reduciendo los niveles de nitrógeno, fósforo, azufre, zinc y hierro; Además induce en la planta la liberación de una sustancia química volátil llamada salicilato de metilo, la cual atrae a los psílidos, haciendo que las plantas infectadas por la bacteria sean más atractivas para los vectores que las no infectadas lo cual asegura su proliferación. Una vez infectada, la única medida de control es la eliminación de la planta enferma (COSAVE 2011, Mann *et al.* 2012).

Sintomatología del HLB: Los síntomas varían de acuerdo al tiempo de infección, variedad, especie y madurez del árbol, ya que estos se observan claramente en árboles jóvenes y vigorosos, mientras que en los afectados después de su desarrollo los síntomas son menos marcados (Gómez, 2008). Las plantas muestran una considerable defoliación con muerte apical en pocos años después de ocurrida la infección, se presenta un moteado y amarillamiento generalizado, se desarrollan brotes múltiples con hojas pequeñas, pálidas y moteadas que crecen en posición erecta (“orejas de conejo”), floración fuera de época, retraso del crecimiento, caída de frutos y hojas, frutos deformes de tamaño pequeño, con pobre coloración, sabor amargo y semillas deformes. Los síntomas se pueden confundir con deficiencias minerales (Bove, 2006).

3.2. Taxonomía del insecto vector

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Superclase: Hexapoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Psyllidae

Subfamilia: Liviinae

Género: *Diaphorina*

Especie: *citri*

Nombre científico: *Diaphorina citri* kuwayama

Nombre común: Chicharrita de los cítricos, Psílido asiático, Psylle de l'oranger (francés), Psílido asiático de los cítricos, Asian citrus psyllid (inglés) (Baeza 2008, COSAVE 2011, Santos 2013).

Kuwayama describió a la especie por primera vez en 1907, de especies obtenidas en Shinchiku, Taiwán. Las especies de *Diaphorina* usualmente son separadas basándose en el patrón de sus alas anteriores y en la forma de los conos genitales que permiten separarlo fácilmente de muchas otras especies reportadas en cítricos (Baeza 2008).

3.3. Ciclo de vida

D. citri tiene un período de vida corto con una alta fecundidad (Santos 2013, SENASICA 2011), la temperatura óptima para el crecimiento de *D. citri* se encuentra entre 25 a 28°C, con una duración en su ciclo de vida entre 16 a 17 días, dependiendo de la temperatura (Alemán *et al* 2007, COSAVE 2011, Fonseca *et al.* 2007). En estudios posteriores (Martínez 2008), menciona que el periodo de incubación hasta el ninfal se encuentra relacionado con las oscilaciones de la temperatura en cada estación del año y está condicionado con la presencia de brotes jóvenes ya que estos son los más susceptibles a la oviposición. A lo que agrega (Preza 2011), que el ciclo de vida de huevo a adulto dura 20 a 47 días, promedio a las condiciones climáticas (Anexo 1).

D. citri presenta de 10 a 12 generaciones al año, en dependencia de las condiciones climáticas (Lozano *et al.* 2012, SENASICA 2011), en áreas costeras calurosas, se desarrolla adecuadamente en un rango de temperatura de 22 a 29°C, el número de generaciones por año varía de acuerdo a la ubicación geográfica del insecto (Preza 2011).

3.4. Descripción Morfológica

D. citri presenta tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto (COSAVE 2011). (Anexo 2).

3.4.1. Huevo

Las hembras de *D. citri* tienen un período de oviposición de 12 días y son capaces de depositar hasta 800 huevos en el transcurso de su vida (SENASICA 2011), en los ápices de los brotes tiernos o en los primordios foliares (Baeza 2008), con una coloración amarillo claro, después se tornan a un color anaranjado brillante cuando están próximos a eclosionar, con forma alargada y ovoide, con una prolongación en una de las puntas (Anexo 2a), los huevos miden cerca de 0.31 mm de largo y 0.14 mm de ancho (Martínez 2008, Preza 2011, Santos 2013), y requieren un periodo de incubación de 3 días para eclosionar en verano, aunque en invierno pueden emerger hasta 23 días después. El ciclo completo es de 15 a 47 días, y puede presentar hasta 10 generaciones por año (Preza 2011, SENASICA 2011).

3.4.2. Ninfa

D. citri presentan cinco estadios ninfales (anexo 2b) muy parecidos que varían en tamaño después de cada muda, y son completados en un periodo de 11 a 15 días (Alemán *et al.* 2007, Baeza 2008). Las ninfas se alimentan de hojas jóvenes y tallos, se desarrollan sobre brotes en crecimiento, en general son muy poco móviles y tienden a vivir en grupos sobre los brotes (COSAVE 2011).

Características de estadios ninfales:

- 1er instar miden 0.30 mm de longitud y 0.17 mm de ancho.
- 2do instar miden 0.45 mm de ancho y 0.25 de ancho.
- 3er instar miden 0.74 mm de longitud y 0.43 de ancho.
- 4to instar miden 1.01 mm de longitud y 0.70 mm de ancho.
- 5to instar miden 1.60 mm de longitud y 1.02 mm de ancho (Anexo 2b) (Martínez 2008, Preza 2011).

3.4.3. Adulto

El cuerpo de *D. citri* presenta una coloración pardo a ceniza o de color marrón moteado (Anexo 2c), recubierto de polvo ceroso (Alemán *et al.* 2007, Baeza 2008, Santos 2013), las alas son transparentes con manchas blancas y marrón claro, presentan una banda longitudinal ancha de color beige en el centro y con áreas color oscuro en los bordes, son de ojos rojos y la cabeza marrón claro, las antenas presentan el ápice negro con dos manchas marrón claro y sus patas son de marrón grisáceas (Preza 2011).

El tamaño de *D. citri* adulto llega a medir de 3 a 4 mm de longitud (Alemán *et al.* 2007, Baeza 2008, Martínez 2009), los machos son levemente más pequeños que las hembras y con la punta del abdomen roma, mientras que el abdomen de la hembra termina en una punta bien marcada (Anexo 3). El tamaño promedio de las hembras es 3.3 mm de largo y 1.0 mm de ancho, en diferencia al de los machos es 2.7 mm de largo y 0.8 mm de ancho (García 2009a, Preza 2011).

3.5. Conducta y hábitos

La principal característica para identificar a *D. citri* es la posición que adopta al posarse en la planta, ya que se alimentan con su cabeza hacia abajo tocando la superficie del vegetal y forma un ángulo de 45° (Anexo 4) (Martínez 2009, Preza 2011).

El comportamiento típico de *D. citri* es de saltar a otras hojas efectuando su vuelo de 3 a 5 metros, cuando las ramas del árbol son movidas o porque tengan una sobrepoblación en el brote y tengan pocas condiciones para su desarrollo (Santos 2013, SENASICA 2011), de esta manera es que pueden transmitir la enfermedad al alimentarse después de saltar de una planta enferma a una sana, en algunas ocasiones, estos vuelos toman una altura de 5 a 7 metros del suelo, de donde los insectos son arrastrados por las corrientes del aire y trasladados a distancias de 0.5 a 4 km (Preza 2011, SENASICA 2011).

3.6. Alimentación y Hospedero

D. citri tiene un rango de hospederos que incluyen varias plantas de la Familia de las Rutáceas, tanto las especies silvestres como en los cítricos comerciales, especialmente (limón pérsico) *Citrus latifolio*, (limón) *Citrus limon*, (limón rugoso) *Citrus jambhiri*, (naranja agria) *Citrus aurantium*, (toronja) *Citrus paradisi*. Además de alimentarse y desarrollarse de los brotes tiernos de los cítricos, se sostiene de brotes nuevos de la planta

ornamental como su principal hospedero, conocida como mirto, limonaria, jazmín o azahar de la India *Murraya paniculata* (Preza 2011, Ramos 2008).

En teoría, *D. citri*, es capaz de adquirir el patógeno después de alimentarse por 15 a 30 minutos (100% de seguridad en tiempos \geq una hora) y permanecer infectivos durante toda su vida (3 a 4 meses) (SENASICA 2011).

3.7. Factores Ambientales

La población de *D. citri* aumenta en el periodo de brotación de los cítricos (García 2009a, Preza 2011, Sandoval *et al* 2010), ya que en los brotes tiernos es en donde completa su ciclo biológico, pero a temperaturas por debajo de los 15 °C no es posible la presencia y por encima de los 33°C se disminuye su población (Baeza 2008, García 2009a).

Los adultos prefieren un ambiente cálido y seco, con frecuencia se encuentran altas poblaciones en los viveros de cítricos establecidos a campo abierto y en plantas hospederas alternas donde se mantiene cuando se carece de brotes tiernos en los cítricos (Sandoval *et al* 2010)

Los factores ambientales son limitantes para la supervivencia de las ninfas, y en el desarrollo del adulto de *D. citri* ya que a temperaturas altas y humedad relativa cercana al punto de saturación, favorecen al desarrollo de enfermedades fungosas (Baeza 2008).

3.8. Mecanismos de movimiento o dispersión

D. citri es capaz de volar distancias considerables en busca de hospederos adecuados para su alimentación (Martínez 2008), las corrientes de vientos representan un factor que influyen en la dispersión del insecto, el hombre se considera como uno de los principales diseminadores ya que por medio del movimiento de material propagativo de cítricos (varetas, yemas, plantas injertadas de viveros, plantas en macetas) de áreas infestadas, que pueden llevar huevos y ninfas a lugares no infestados (Preza 2011, Sandoval *et al* 2010, SENASICA 2011).

3.9. Distribución Geográfica de *D. citri*.

D. citri o conocido como el Psílido asiático de los cítricos (PAC) tiene su origen en el lejano oriente, fue descrito por primera vez en Taiwan en 1907 (Baeza 2008).

D. citri se distribuye ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, los países en los que se encuentra este insecto, agrupados por continentes son:

- Asia: Bangladesh, Bután, Camboya, China, India, Indonesia, Japón, Laos, Malasya, Myanmar, Nepal, Pakistán, Filipinas, Arabia Saudita, Sri Lanka, Siria, Tailandia, Vietnam y Yemen.
- África: Mauritius, Réunion.
- América: Brasil, Uruguay, Honduras, Belice, Cuba, Guadalupe, Estados Unidos de América, República Dominicana, y México.
- Oceanía: Papúa y Nueva Guinea (anexo 5) (Baeza 2008).

En el Continente Americano *D. citri* está establecido en América del Norte, Centro América y Sur América. Se ha reportado en Brasil, Uruguay, Honduras, Belice, Cuba, Guadalupe, Estados Unidos de América, México, República Dominicana (COSAVE 2011, Martínez 2008,). En el Salvador su distribución se encuentra de la siguiente manera (anexo 6 y 7) (MAG 2011a).

3.10. Importancia de *Diaphorina citri*

El psílido asiático de los cítricos (PAC) de acuerdo a Morales (c.p.)¹ es un insecto de aparato bucal picador-chupador. A pesar de los daños directos que sus hábitos alimenticios provocan, su importancia económica está dada por ser el vector de la bacteria que provoca el HLB, altamente destructiva en las plantaciones de cítricos. Como plaga primaria causa daños serios a los puntos de crecimientos de la planta. Absorbe grandes cantidades de savia e inyecta toxinas que se manifiestan en la deformación de hojas tiernas, lo cual provoca enanismo en el árbol, caída de flores, así como falta de jugo y sabor en la fruta (González *et al* 2003).

¹ Comunicación personal, Ing. Alfredo Morales Rodríguez, investigador de Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

En su estado de ninfas y adultos puede causar daños directos e indirectos, el daño indirecto es el de mayor severidad y relevancia, dado que es un vector de *C. liberibacter*, bacteria asociada a la enfermedad conocida con el nombre de HLB (Baeza 2008, COSAVE 2011, OIRSA 2009b, Preza 2011, Ramos 2011).

Es así, que en los países productores de cítricos ha provocado pérdidas económicas importantes, hasta el momento esta enfermedad ha sido la más devastadora de los cítricos (Baeza 2008, COSAVE 2011, OIRSA 2009b, Preza 2011, Ramos 2011).

Los daños directos causados por *D. citri* se refieren a la extracción de savia que circula por el floema en las plantas especialmente en hojas y pecíolos en donde se aloja el patógeno (Baeza 2008, Preza 2011), cuando se alimentan inyectan al vegetal toxinas en el floema que obstaculizan el desarrollo normal de la planta y causan malformaciones de hojas y brotes, los árboles adultos pueden tolerar estos daños debido a que la pérdida de hojas y brotes es tan sólo una pequeña porción del follaje total, en plantas jóvenes los daños pueden ser de mayor relevancia dependiendo de la intensidad de infestación (Lozano *et al.* 2012, Macías *et al.* 2013, Martínez 2008).

3.11. Enemigos naturales

La mayor parte de los insectos que atacan a las plantas cultivadas tienen enemigos naturales que los parasitan y matan, produciendo así una reducción considerable en su población. El uso de depredadores, parásitos y hongos entomopatógenos para la exterminación de tales insectos constituye, por lo tanto, un componente importante del control (Cañedo y Ames 2004).

Una alternativa ante esta problemática es el uso de organismos benéficos, como son los depredadores, entomopatógenos y parasitoides que brindan la regulación de la plaga debido a la relación denso dependiente que establecen, no son nocivos para el ser humano y no contaminan. El uso y manejo de enemigos naturales representa una estrategia sustentable, ecológica que no afecta el equilibrio biológico y conocer cuáles son los organismos presentes en el país, ofrece una herramienta técnica, estratégica para integrar los programas de manejo de plagas agrícolas en función al comportamiento del organismo plaga y agente de control biológico, cultivo, distribución, condiciones ambientales óptimas y organismos preferenciales para su crecimiento y desarrollo (Gutiérrez *et al.* 2013).

3.12. Características y atributos de los enemigos naturales

Los enemigos naturales o biorreguladores de insectos son organismos que habitan en los agroecosistemas y que en su proceso co-evolutivo con sus huéspedes o presas, principalmente en el área de origen de los mismos, alcanzan diversos grados de relaciones tróficas en las que involucran a la planta cultivada, las arvenses que crecen dentro de los campos, las plantas que crecen espontáneamente en los alrededores, los insectos fitófagos que constituyen hospedantes o presas, las características edafoclimáticas, la tecnología de cultivo y el manejo del sistema de producción, lo que se considera un sistema complejo que determina, junto con las características biológicas de dicho enemigo natural, su actividad reguladora (Vázquez *et al* 2008).

3.13. Tipos de enemigos naturales

Los enemigos naturales se clasifican en: parasitoides, depredadores y patógenos, en este último se incluyen a hongos, bacterias, virus, nemátodos y protozoarios, mientras que los dos primeros grupos se les denomina entomófagos y el último entomopatógenos (Gutiérrez *et al.* 2013).

3.13.1. Depredadores

Los insectos depredadores típicamente son más grandes que los organismos que consumen, a los cuales se les denomina presas, requieren de matar y consumir varios organismos durante su ciclo de vida para realizar funciones esenciales, estos insectos buscan activamente su alimento (Gutiérrez *et al.* 2013).

Los depredadores son los que pican, chupan y comen estados inmaduros de las plagas o huéspedes (huevos, larvas, ninfas y pupas). En forma general, las hembras de los depredadores depositan sus huevos cerca de las posibles presas, al eclosionar los huevos, las larvas o ninfas buscan y la consumen, estos acechan a sus presas cuando éstas están inmóviles o presentan poco movimiento, en ocasiones las atacan directamente sin acecharlas, generalmente se alimentan de todos los estados de desarrollo de sus presas; Algunos la mastican y otros la succionan completamente, pueden inyectar toxinas y enzimas digestivas a su presa, para facilitar su alimentación (Nájera y Souza 2010, Vázquez 2008, Vázquez *et al* 2008).

Los más comunes son insectos de los Ordenes Coleoptera (Coccinellidae, Carabidae), Hemiptera (Anthocoridae, Miridae, Reduviidae), Diptera (Syrphidae), Neuroptera (Chrysopidae), Thysanoptera, Hymenoptera (Formicidae, Vespidae) entre arácnidos, diversos tipos de arañas y ácaros (Nájera y Souza 2010, Vázquez *et al* 2008).

De acuerdo a sus hábitos alimenticios, los insectos depredadores se clasifican como:

- Polífagos: son depredadores que consumen un amplio rango de presas y se alimentan de especies que pertenecen a diversas familias y géneros como ejemplo se tienen algunas crisopas (Chrysopidae) (Gutiérrez *et al.* 2013, Nájera y Souza 2010, Vázquez *et al* 2008).
- Oligófagos: consumen un rango estrecho y se alimentan de presas que pertenecen a una familia, varios géneros y especies como ejemplo se puede mencionar a las catarinitas (Coccinellidae) y moscas (Syrphidae) que consumen especies de pulgones (Nájera y Souza 2010, Vázquez *et al* 2008, Vásquez 2010).
- Monófagos: este tipo de depredador es altamente específico y se alimentan de especies que pertenecen a un solo género. Un ejemplo típico es la catarinita *Rodolia cardinalis* (Coccinellidae) depredador específico de la “cochinilla acanalada de los cítricos” *Icerya purchasi sp.* (Gutiérrez 2013, Nájera y Souza 2010, Vázquez *et al* 2008).

Además se les denomina masticadores, que simplemente mastican y devoran sus presas (Coccinellidae, Carabidae, etc.) y succionadores, que chupan en jugo de sus presas (Reduviidae, Anthocoridae, Chrysopidae, etc.) (Vázquez *et al* 2008).

En términos generales, los insectos depredadores se diferencian de los parasitoides debido a las siguientes características:

- Sus larvas o ninfas se alimentan de muchas presas individuales para completar su ciclo de vida
- Se alimentan externamente, es decir, no penetran al interior de la presa
- Generalmente son de mayor tamaño que su presa (Nájera y Souza 2010).

Los órdenes taxonómicos de uso potencial en el control biológico son: Dermoptera, Mantodea, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera y Diptera, pero Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera son los más importantes.

Existen más de 30 familias de insectos depredadores, de las cuales Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae, Geocoridae, Carabidae, Coccinellidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Formicidae, Cecidomyiidae y Syrphidae. Son las más importantes en el manejo de plagas en agroecosistemas (Gutiérrez *et al.* 2013).

Existen numerosos depredadores que atacan poblaciones de *D. citri*; por lo general los más abundantes son algunas especies como *Cycloneda sanguinea*, *Chilorus cacti*, *Exochomus cubensis*, *Scymnus distinctus* Casey *Scymnus sp*, *Chrisopa sp*, *Ocyptamus sp*, Además de coccinélidos como la catarinita gris *Olla v-nigrum* (Gonzales *et al* 2003, Preza 2011, Vázquez *et al* 2008).

3.13.2. Parasitoides

Los parasitoides depositan sus huevos o larvas fuera o dentro del huésped o plaga, posteriormente continúa viviendo de este, ya sea externamente o dentro de su cuerpo, y emerge después como adulto. Mayormente específicos de una plaga huésped, aunque algunos parasitan varias especies y los hay que se especializan en una familia de plagas, son principalmente, insectos que pertenecen a diversas familias de los órdenes Diptera e Hymenoptera, siendo estos últimos los más diversos (Vásquez 2008, Vásquez 2010).

Los parasitoides son insectos que en su estado inmaduro son parásitos. Generalmente monófagos, este tipo de enemigos naturales pueden tener una generación al año (univoltinos) o presentar dos o más generaciones al año (multivoltinos), en su estado inmaduro, las larvas se alimentan y se desarrollan dentro, o sobre el insecto hospedero, al cual matan lentamente, ya sea que se trate de huevecillos, larva, pupa o muy raramente adulto de éste. En la mayoría de los casos consumen todo o la mayor parte del hospedero, al término de su desarrollo larvario le causan la muerte y forman una pupa ya sea en el interior o fuera del cuerpo, normalmente, son más pequeños que el hospedero, en su estado larvario el parasitoide es parásito, mientras que el adulto es de vida libre y muy activo, por ello se les nombra parasitoides (Gutiérrez 2013, Nájera y Souza 2010, Vásquez 2008, Vásquez *et al* 2008).

Algunos parasitoides en su estado adulto actúan como depredadores, aunque en su concepción general los consideran como un tipo especial de depredadores, se ha considerado que los parasitoides se encuentran en un punto intermedio entre los extremos depredador-parásitos del comportamiento continuo en el espectro de hábitos alimenticios (Vásquez 2008, Vásquez *et al* 2008).

En su estado adulto los parasitoides son de vida libre, frecuentemente se alimentan de mielecilla, néctar, polen o desechos orgánicos de origen vegetal o animal, sin embargo, existen muchas especies parasíticas cuyas hembras deben alimentarse de los hospederos para poder producir sus huevecillos, el objetivo principal del macho es aparearse, mientras que la hembra busca activamente hospedero y oviposita en éstos (Nájera y Souza 2010, Vásquez 2008, Gutiérrez 2013).

3.13.2.1. Tipos de Parasitoides

En función del estadio que ataquen es el nombre que reciben, por ejemplo *Trichogrammatidae* ataca a huevos, por dicha razón se les llama parasitoides de huevos, *Diaeretiella* son parasitoides de ninfas, parasitoides de larvas como *Cotesia flavepis* y parasitoides de pupas.

Por su localización en el hospedante, los parasitoides se clasifican en Endoparasitoides y Ectoparasitoides.

- *Endoparasitoide*: la larva del parasitoide se alimenta y desarrolla en el interior del cuerpo del hospedero.
- *Ectoparasitoide*: la larva del parasitoide se alimenta externamente del hospedero (Nájera y Souza 2010).

Por el número de individuos que emergen del hospedero, los parasitoides se pueden clasificar como Solitario y Gregarios.

- *Solitario*: son aquellos en que un solo individuo se desarrolla por huésped.
- *Gregario*: varios parasitoides, en ocasiones centenares, se alimentan de un solo hospedero, pudiendo desarrollarse en su totalidad (Nájera y Souza 2010).

Por la estrategia de desarrollo que utilizan los parasitoides se clasifican en idiobiontes y koinobiontes.

- *Idiobiontes*: son aquellos en los cuales la larva del parasitoide se alimenta de un hospedero que detiene su desarrollo después de ser parasitado
- *Koinobiontes*: son aquellos que la larva del parasitoide se alimenta de un hospedero que sigue su desarrollo después de ser parasitado (Carballo y Guaharay 2004, Nájera y Souza 2010).
- *Superparasitismo*: varios huevos de la misma especie son depositados por diferentes hembras en un mismo hospedero.
- *Multiparasitismo*: huevos de diferentes especies son puestos en el mismo hospedero, pudiendo desarrollarse las distintas especies hasta adulto.
- *Hiperparasitoide*: el hospedero es otro parasitoide.
- *Hiperparasitoide facultativo*: Actúa como parasitoide, y cuando se ve en la necesidad actúa como hiperparasitoide.
- *Hiperparasitoide obligado*: necesita obligatoriamente desarrollarse a expensas de un parasitoide (Carballo y Guaharay 2004).

3.13.4. Principales Ordenes y Familias

La mayoría de los parasitoides utilizados en control biológico pertenecen al orden Himenóptera y en menor grado a Díptera.

3.13.4.1. Orden Hymenoptera

En el orden Hymenoptera está incluido un número grande de familias y especies con hábitos parasíticos; tienen un efecto marcado en la regulación natural de muchas plagas. El conocimiento de éstas es muy importante, pues su eliminación puede conducir a la aparición de brotes de plagas (Pérez 2004).

En la Super familia Chalcidoidea se ubican 14 familias, entre las más importantes están Aphelinidae y Encyrtidae. Los afenílidos son avispidas de tamaño muy pequeño. La mayoría de las especies pertenecientes a esa familia son parasitoides primarios de áfidos, moscas blancas y escamas; una pequeña parte parasita huevos de lepidópteros, ortópteros y pupas de moscas y una minoría se comporta como hiperparasitoides (Pérez 2004).

La mayoría de las especies pertenecientes a la familia Encyrtidae son parasitoides de escamas, chinches harinosas; huevos y larvas de Coleopteros, Dipteros y Lepidopteros; larvas de himenópteros, huevos de ortópteros y arañas (Pérez 2004).

3.13.4.2. Orden Diptera

En el orden Diptera están incluidas 12 familias a las cuales pertenecen especies que son parasitoides de artrópodos y de moluscos. La familia Tachinidae es una de las más grandes. La mayoría de las especies son parasitoides de insectos y tienen importancia como enemigos naturales y algunas se usan con éxito en programas de control biológico clásico (Pérez 2004).

Se ha conocido dos ectoparasitoides primarios de *D. citri*, uno de ellos es un eulófido ectoparasitoide *Tamarixia radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis* endoparasitoides, que se caracterizan porque las hembras ovipositan sus huevos en los primeros instares del insecto, donde se desarrollan hasta emerger en el último instar. *T. radiata*. Se desarrolla como un ectoparasitoide, es decir se alimenta del exterior del insecto en ninfas del tercer al quinto estadio. Al eclosionar las larvas de *T. radiata* succionan la hemolinfa de su hospedero y terminan su desarrollo en el huésped (Baeza 2008, Preza 2011).

3.13.3. Hongos entomopatógenos

Son organismos parasíticos que provocan patologías o enfermedades a sus huéspedes y pueden causarle la muerte, los cadáveres de los huéspedes liberan millones de esporas, que pueden ser dispersadas con facilidad y en muchas ocasiones pueden llegar a regular o causar una mortalidad en la población de insectos susceptibles, al extremo que pueden observarse epizootias (Alatorre 2013, Vásquez *et al* 2008).

En el caso de los hongos, la unidad infectiva es una espora, usualmente un conidio. La espora se adhiere a la cutícula del insecto huésped y si las condiciones del medio son óptimas, está germina y da origen a un tubo germinativo que penetra directamente a la cutícula y produce unas células apresorias que le dan una adherencia mayor sobre el integumento del huésped (Vásquez 2008, Vásquez *et al* 2008).

La mayoría de los hongos tienen un amplio rango de huéspedes, aunque algunos grupos son muy específicos, y los más frecuentes regulando poblaciones de insectos en agroecosistemas son de los géneros *Hirsutellas spp*, *Beauveria spp*, *Metarhizium sp*, *Lecanicillium sp* *Paecilomyces spp* *Entomophora sp* (Vásquez 2008, Vásquez *et al* 2008).

Existen numerosos hongos que atacan poblaciones de *D. citri* en especial *Hirsutella citrifomis* Speare es común durante periodo donde la humedad es mayor a 80%. Esto en la Isla Guadalupe, por otra parte se menciona la presencia de este mismo hongo en Cuba como parte del inventario de enemigos naturales que se presentan en la isla (Baeza 2008).

Según estudios realizados en Florida (USA) no es común encontrar cadáveres de *D. citri* con huellas de haber muerto a causa de hongos, a pesar de la alta humedad relativa que caracteriza a la región, por lo que no es considerado relevante este factor (Baeza 2008).

Existen informes de epizootias causadas por hongos *Cladosporium sp*. *Oxysporum* Berk, *Capnodium citri*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Hirsutella thompsonii*, *Lecanicillium longisporum*, *Hirsutella citrifomis* Speare (Preza 2011, Vásquez *et al* 2008).

3.14. Distribución Geográfica del Limón Pérsico en El Salvador

Las mayores plantaciones de Limón están constituidas en las zonas costeras como Santiago Nonualco, San Luis Talpa y otras como y en el valle de Zapotitán, San Juan Opico, Chalchuapa y Metapán (anexo 8), las mejores localidades para su desarrollo son las ubicadas bajo los 700 m de altitud (MAG 2002, ORISA 2009a).

En el interior del país se encuentran plantaciones en áreas cafetaleras, como cultivos en asocio o monocultivos, los cuales por lo general producen en los meses de lluvia, por la poca disponibilidad de agua. Pero a pesar de estas limitaciones, se obtienen limones de buenas características, debido a condiciones como temperatura, humedad, entre otras (MAG 2002).

3.14.1. Taxonomía del Limón Pésico

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Arquiclamídeas

Orden: Geraniales

Sub-orden: Geraniineas

Familia: Rutaceae

Sub-familia: Aurantioideas

Género: *Citrus*

Especie: *latifolia*

Nombre Científico: *Citrus latifolia*

Sinónimos: *Citrus aurantifolia* (Christm. Swingle), Var. *Latifolia* Tanaka, *Citrus aurantifolio* (Christm. Et Panz), Swinglevar. Tahití.

Nombres Comunes: Lima Persa, Lima Tahití, Limón Persa, Limón Pésico, Tahití, Lime (Inglés), (Baires 2006, MAG 2002, Vanegas 2002).

El cultivo de Limón Pésico *Citrus latifolia* ha tenido en los últimos años un gran auge en el país, lo cual se demuestra con el aumento de las exportaciones de la fruta hacia Estados Unidos, Europa y Japón, los cuales se constituyen en los principales mercados para el producto (Hernández *et al* 2003).

3.14.2. Factores Ambientales

3.14.3.1. Temperatura

El limón pésico, se adapta a zonas de diferentes temperaturas, su floración es repartida durante todo el año cuando se encuentra en condiciones de clima cálido, y una floración más estacional bajo climas de estaciones más marcadas. La temperatura óptima del cultivo es de 22° a 28° C, con una temperatura mínima de 17.6° C y una máxima de 38°C (Vanegas 2002).

3.14.3.2. Precipitación

La precipitación tiene gran influencia como fuente de humedad y como elemento decisivo en la toma de decisiones de riego de cultivo. En el país existen muchas plantaciones que dependen exclusivamente del periodo de lluvia y otras que se han adaptado a un sistema mixto, utilizando la lluvia y complementando con riego en época de verano (Vanegas 2002).

Se estima que la cantidad de agua necesaria para un cultivar es de 6,300 y 8,400m³ por manzana y por año, equivalentes a una precipitación de 900 a 1,200 milímetros. El inconveniente en nuestro país, no es la cantidad de agua necesaria, sino que el régimen de precipitación es estacional con eventuales lluvias, para el desarrollo adecuado de la plantación y sin tener problemas hídricos se recomiendan de 1,200 a 2,000 milímetros de agua por año (Vanegas 2002).

3.14.3.3. Humedad Relativa

Otro factor necesario a considerar, es la humedad relativa, porque influye en el desarrollo de la planta y en la calidad de la fruta. Cuan más alta es la humedad, la planta transpira menos y cuando la humedad es baja transpira más, influyendo en el consumo de agua. En relación a los frutos, éstos tienden a tener la piel más delgada y suave, contienen mayor cantidad de jugo y de mejor calidad, cuando la humedad relativa es alta. Sin embargo, cuando es alta la humedad, se favorece el desarrollo de enfermedades fungosas y algunas plagas (MAG 2002).

3.14.4. Importancia económica

Los registros de exportación de limón pérsico en el país indican un incremento y aún más con el Proyecto de Vigilancia en Cultivos de Exportación no Tradicional (VIFINEX), apoyado por el MAG, que centra su actividad en el cultivo de limón pérsico con fines de Exportación en gran escala (OIRSA 2009a).

Según Hernández *et al.* (2003), El Salvador presentaba un área estimada de siembra de Limón pérsico de 950 ha, a lo que agrega en estudios posteriores (Baires *et al.* 2006), que logró alcanzar un área de 2.800 ha, y para el año 2011 de acuerdo a los datos proporcionados por el MAG, el limón pérsico alcanzo un estimado de 10,400 ha (MAG 2011a), cuya producción es principalmente para el mercado local, el cual presenta una estacionalidad bien marcada que comprende los meses de Enero a Mayo con los precios más altos, acentuándose más en los meses de Febrero-Marzo; esta estacionalidad coincide con la época seca y de baja producción (Hernández *et al* 2003).

3.15. Distribución Geográfica de Mandarina en El Salvador

Entre los lugares donde se realizan cultivos de mandarina Dancy y Reina están: Suchitoto, Cuscatlán, Ahuachapán, La Paz, y Morazán (Martínez *et al* 2009) (Anexo 9).

3.15.1. Taxonomía de Mandarina

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Aurantioidea

Género: Citrus

Especie: Existen numerosas especies: *Citrus reticulata*, *C. unshiu*, *C. reshni* (clementinas, satsumas y comunes (MAG s.a.).

Existen diferentes grupos de mandarinas, siendo las más importantes la clase “Satsuma” donde los frutos son de mayor tamaño y sin semilla, y la clase “Clementinas” que son de menor tamaño, mejor sabor y con semillas. Las mandarinas más cultivadas en nuestro país son las conocidas como Reina y Dancy que pertenecen al grupo de mandarineros “comunes”, la mandarina Reina es conocida como mandarina de cajeta o pacha y Dancy es conocida como mandarina china (Casaca 2005, Martínez *et al* 2009, MAG s.a.).

Mandarina Reina *Citrus reticulata*. Con adaptación desde los 400 a 1,100 m.s.n.m., fruto alargado, color de pulpa anaranjada, sabor dulce, corteza gruesa, bastante semilla, tamaño grande y Mandarina Dancy *Citrus reticulata*. Es un fruto redondo, color de pulpa anaranjado, sabor dulce, corteza suavemente granulada, poca semilla, y tamaño mediano se caracteriza por ser pacha. Las variedades Nova, Ortinige y Fortune que pertenecen a la clase “Hibrido” y la variedad Okitsu del grupo “Satsuma” que fueron introducidas por el programa Nacional de Frutas en el año 2002 (Casaca 2005, Martínez *et al* 2009).

Este tipo de árbol produce de agosto a febrero; pero en otras condiciones y con tecnología apropiada puede tener producción todo el año (Martínez *et al* 2009, MAG s.a.).

3.15.2. Factores Ambientales

3.15.2.1. Temperatura

En el cultivo de Mandarina, la temperatura es el factor climático limitante que afecta el período comprendido entre la floración de la cosecha, la calidad del fruto y la adaptación de cada una de las variedades (Casaca 2005).

3.15.2.2. Precipitación

Los Cítricos necesitan de unos 1,400 a 2,000 mm de lluvia por año (MAG s.a.).

3.15.2.3. Humedad Relativa:

La humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta. La mandarina en regiones donde la humedad relativa es alta tiende a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y de mejor calidad. La baja humedad favorece una mejor coloración de la fruta. El rango adecuado de humedad relativa puede considerarse entre 60 y 70 % (Casaca 2005).

3.15.3.4. Altitud:

Las altitudes aptas para el cultivo de Mandarina oscilan entre los 400 a 1, 200 m.s.n.m. (Casaca 2005, MAG s.a.).

3.15.4. Importancia económica

Es una fruta de gran demanda y rentabilidad comparada con otros cítricos, principalmente por su alta productividad, mejor precio de venta, siempre y cuando la fruta llegue con calidad al mercado, lo que se logra a realizar buenas prácticas de cosecha y pos cosecha, se comercializa en mercados municipales, plazas públicas y en supermercados (MAG s.a.).

3.16. Generalidades del Cultivo de Naranja

Nombre del Cultivo: Naranja

Nombre científico: *Citrus sinensis*, L

Variedades en el mercado: Naranja Valencia, Naranja Jaffa, Naranja Washington Navel y Naranja Victoria.

Situación comercial: Producto que en su mayoría se consume fresco, volúmenes de comercialización son mayores en el mercado informal (MAG 2011b).

3.16.1. Descripción de Naranja

En el cultivo de Naranja *C. sinensis*, la temperatura es el factor climático limitante que afecta el período comprendido entre la floración y la cosecha, la calidad del fruto y la adaptación de cada una de las variedades. Los cítricos necesitan de unos 1,200 mm de lluvia por año, sin embargo precipitaciones mayores no ocasionan efectos negativos siempre que haya un buen drenaje del suelo. Precipitaciones inferiores afectan el cultivo, en esos casos el riego es fundamental como complemento de las necesidades hídricas del cultivo, las zonas de producción del cultivo de Naranja en El Salvador ver (Anexo 10) (MAG 2011b).

Naranja Valencia *C. sinensis*, la altura de siembra es de 300 a 1000 m.s.n.m. Fruto de forma esférica, pulpa anaranjada, dulce, cáscara gruesa, poca cantidad de semilla, tamaño mediano a grande (MAG 2011b).

Naranja Jaffa (*C. sinensis*). Se recomienda desde 200 a 800 m.s.n.m. Fruto alargado, pulpa anaranjado pálido, sabor dulce, cáscara gruesa, tiene poca semilla, tamaño grande (MAG 2011b).

Naranja Washington navel (*C. sinensis*). Se recomienda desde 500 a 1300 m.s.n.m. fruto de forma redonda, color de pulpa anaranjado intenso, sabor dulce, cáscara gruesa, tamaño grande, sin semilla (MAG 2011b).

Naranja Tehuacán o Victoria (*C. sinensis*). Se recomienda desde 200 a 800 m.s.n.m. fruto esférico, color de pulpa amarillo pálido, sabor muy dulce, cáscara gruesa, tamaño mediano, bastantes semillas (MAG 2011b).

3.16.2. Factores Ambientales

3.16.2.1. Temperatura

El clima y suelo son condiciones importantes a considerar para sembrar árboles de naranja, ya que tienen influencia en la floración, en la cosecha y en la calidad del fruto. Los cítricos necesitan 1200 mm. De lluvia por año, si llueve más no ocasiona problemas mientras haya un buen drenaje en el suelo, ya que no soporta encharcamientos por largos períodos, si llueve menos es necesario regar los árboles, Amigos de la tierra el Salvador (CESTA s.a.).

3.16.2.2. Altitud

La altura óptima para el desarrollo de la naranja es de 400 a 1300 msnm, es importante considerar los vientos ya que cuando son fuertes ocasionan caída de flores y frutos, deshidratación y rompimiento de ramas, por lo que es necesario seleccionar bien el lugar de siembra o establecer cortinas rompe vientos, al momento de la plantación (CESTA s.a.).

IV. METODOLOGIA

- Descripción del área de estudio.

El trabajo de investigación se desarrolló en dos sitios del Departamento de San Salvador y se definieron las siguientes fincas para realizar el estudio (Tabla 1 y figura 1); se consideraron tres especies de cítricos: limón pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) y naranja valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck), en las cuales se confirma la presencia de *D. citri* (MAG 2012).

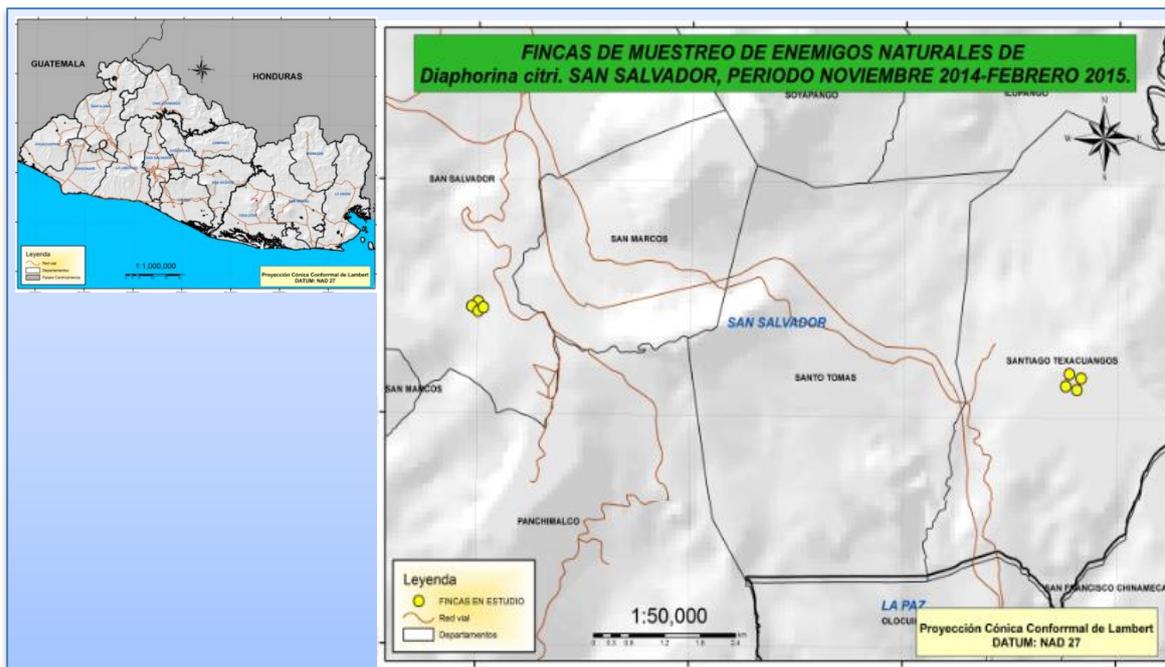


Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio, Finca El Trapiche y Finca Los Planes, en el Departamento de San Salvador. Elaborado en el Programa ArcView. Octubre 2015.

Tabla N° 1. Nombres y características de los sitios de muestreo. En el Departamento de San Salvador.

Sitio	Nombre de Finca	Departamento	Municipio	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
					Latitud	Longitud
1	Finca El Trapiche	San Salvador	Santiago Texacuangos	841	15°08'639''	27°20'11''
2	Finca Los Planes	San Salvador	Panchimalco	937	15°09'771''	26°20'27''

4.1. Ubicación y descripción del área de estudio:

- Finca El Trapiche (Finca 1).
 - Ubicación del sitio.

Finca el Trapiche se encuentra en el municipio de Santiago Texacuangos, a una altura de 841 msnm, es uno de los 28 municipios que conforman la Subregión Metropolitana de San Salvador, y pertenece al departamento de San Salvador. Tiene como municipios aledaños: Al poniente a Santo Tomas, al norte a Ilopango, al sur a San Francisco Chinameca al oriente el lago de Ilopango. Se encuentra en la zona media de la subregión, posee una superficie de 25.23 km² y está a una distancia de 15 km a partir de la capital San Salvador, Sus coordenadas geográfica son 15° 08' 639" N y 27° 20' 11" O. (MARN 2013).

- Finca Los Planes (Finca 2).
 - Ubicación del sitio.

La finca Los planes, pertenece al Municipio de Panchimalco, a una altura de 937 msnm, uno de los 28 Municipios que conforman la Subregión Metropolitana de San Salvador, y pertenece al departamento de San Salvador. Tiene como municipios aledaños: Al poniente a Santo Tomas y Olocuilta, al norte a San Marcos y San Salvador, al sur a La Libertad; y al oriente a Huizúcar y Rosario de Mora. Se encuentra al sur de la Subregión y posee una superficie de 91.40 km² y está a una distancia de 17 km a partir de la capital San Salvador, Sus coordenadas geográfica son 15°09'771" N y 26°20'27" O (MARN 2013).

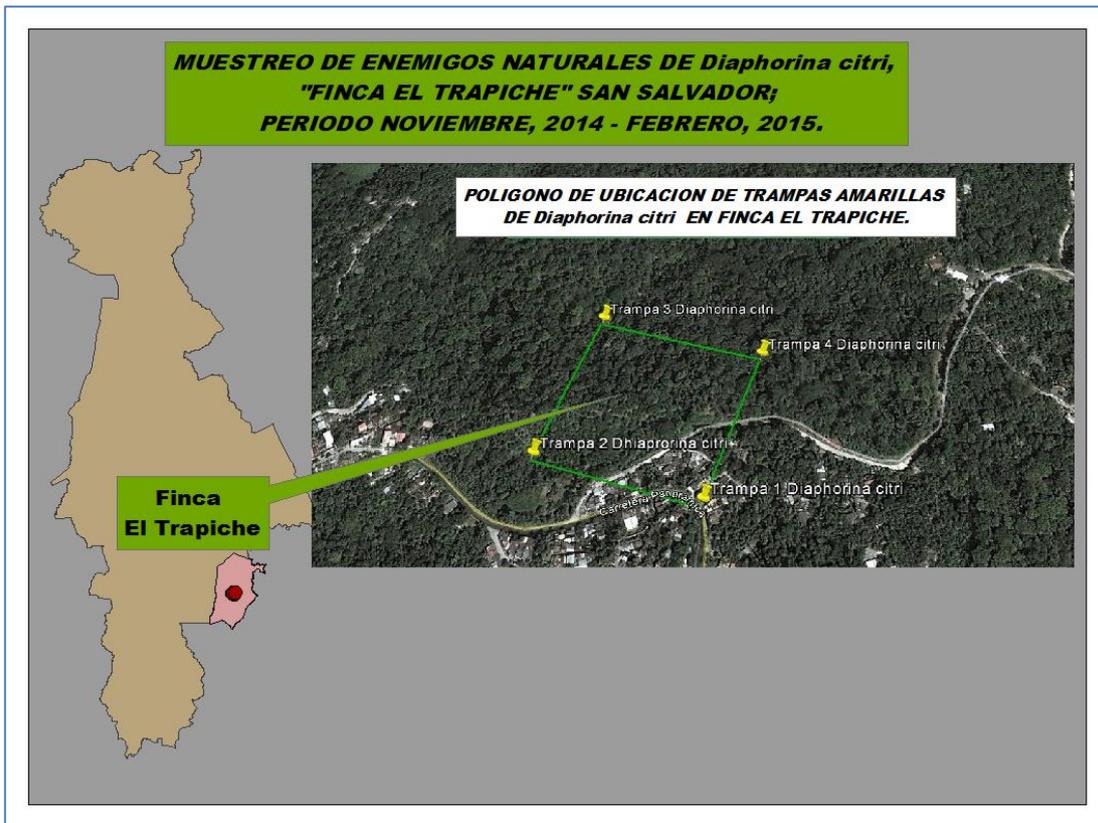


Figura 2. Ubicación geográfica de trampas amarillas, finca el Trapiche, Departamento de San Salvador. Elaborado en el Programa ArcView. Octubre 2015.

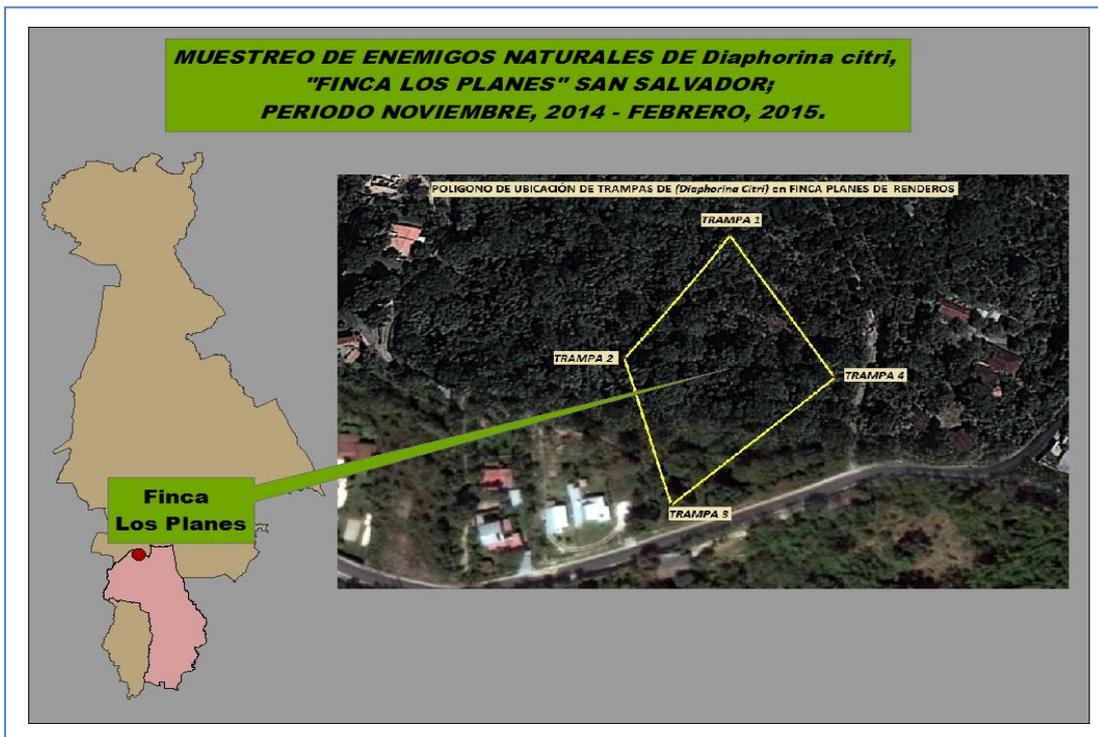


Figura 3. Ubicación geográfica de trampas amarillas, Finca Los Planes, Departamento de San Salvador. Elaborado en el Programa ArcView. Octubre 2015.

4.2. Técnica de muestreo

El estudio de enemigos naturales se llevó a cabo en dos etapas:

Fase de campo (Inspecciones visuales, recolección de brotes tiernos y colocación de trampas amarillas), Previo a la recolección de muestras se prepararon frascos plásticos transparentes, con algodón en la base de los frascos con el fin de evitar la deshidratación de los brotes y luego cubiertos con tela de Organza, para permitir la entrada de aire, todo ese proceso se realizó en cámara de flujo laminar (MAG 2012, Preza 2011, Vásquez 2008), Morales (c.p.)¹, Morales (c.p.)³

Fase de Laboratorio, identificación a nivel de género de las especies encontradas en cada muestreo.

4.3. Etapa de muestreo o fase de Campo

4.3.1 Periodicidad de muestreo

Para coleccionar los enemigos naturales de *Diaphorina citri* se realizaron ocho muestreos en total, un muestreo cada 15 días en dos fincas productoras de limón pérsico *Citrus latifolia* Tanaka, mandarina *Citrus reticulata* Blanco y naranja valencia *Citrus sinensis* L. Osbeck). Se determinó un intervalo de tiempo 7:00 a.m. a 10:00 a.m. Propicio para la captura de enemigos naturales de *D. citri* durante el periodo comprendido de los meses de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Para cada sitio de muestreo se registró la ubicación de cada finca mediante un receptor de GPS (Sistema de posicionamiento global) que sirve como sistema de referencia universal para las coordenadas espaciales de cualquier punto, además se utilizó una hoja de colecta de datos específicos: nombre de la finca, propietario de la finca, departamento, municipio, cantón, caserío, coordenadas geográficas, temperatura y tipo de cultivo (anexo 11).

¹ Comunicación personal, Ing. Alfredo Morales Rodríguez, investigador de Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

³ Comunicación personal, Dr. Alfredo Morales Tejón, investigador de Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Cuba.

4.3.2. Muestreo de ninfas y adultos en brotes tiernos y por inspección visual

La búsqueda en campo de enemigos naturales se realizó en árboles de limón, naranja y mandarina. Se inició con la ubicación del estrato medio del árbol, y luego las muestras se tomaron de la parte externa de la rama (figura 4), donde se colectaron 2 muestras de meristemas apicales por árbol.

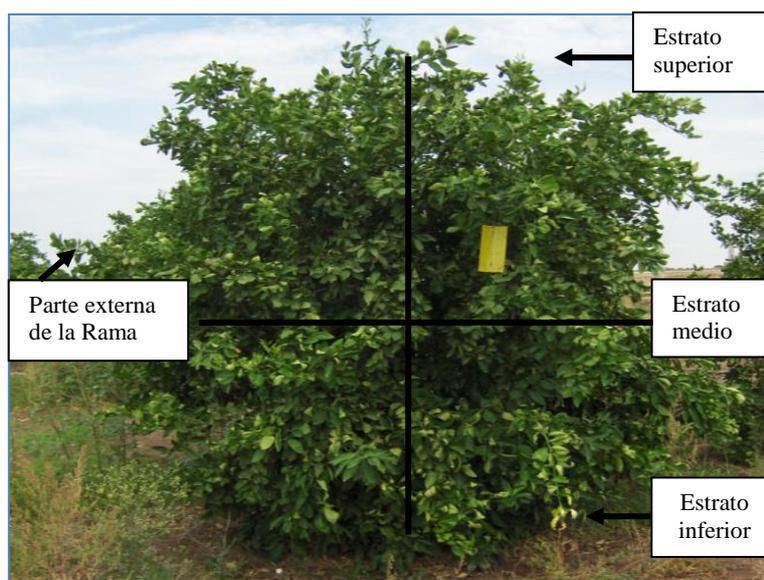


Figura 4. Esquema de la ubicación para la toma de muestras de meristemas apicales, del estrato medio de la parte externa del árbol.

4.3.3 Criterios de Inclusión

El Protocolo Regional para el Monitoreo de Poblaciones de adultos de *D. citri* (Cheslavo 2009). Define los siguientes criterios.

1. Se ha demostrado científicamente que los adultos se encuentran distribuidos en “grupos al azar”
2. Las plantas del contorno son las primeras en ser colonizadas
3. La presencia de brotes tiernos es determinante para la incursión de los adultos de *D. citri*
4. Las hembras requieren alimentarse en los brotes de 5 días hasta por dos semanas para cumplir con su desarrollo sexual (Cheslavo 2009).

4.3.4. Colecta de muestras:

La distribución de árboles a monitorear por finca se realizó con base a la posición de las trampas amarillas, como punto de referencia tanto para las inspecciones visuales y colecta de brotes tiernos.

Tabla 2. Colecta de muestras en campo de brotes tiernos.

Finca	Total de árboles muestreados	Número por muestreo	Árboles por especie	Número de árboles por especie	Nº de brotes por árbol
El Trapiche	168	Del 1° al 8°	21	7 limón	14
				7 naranja	14
				7 mandarina	14
Los Planes	168	Del 1° al 8°	21	7 limón	14
				7 naranja	14
				7 mandarina	14

Se colectaron brotes tiernos con ninfas de *D. citri* con las siguientes características: túbulos cerosos con los que expulsan melaza fuera de su cuerpo fácil de reconocer (Figura 5), de las cuales las de mayor interés para el estudio son las del 3° al 5° estadio, preferentemente parasitadas (figura 6), que se caracterizan por una tonalidad rosada oscura a nivel del meconio producto de la sustancia expulsada por la acción de alimentación de las larvas de ectoparasitoides (MAG 2012, Preza 2011).

Posteriormente se depositó un brote en cada frasco previamente autoclabado, colocándolo sobre el algodón húmedo con el fin de evitar su deshidratación y se cubrieron con tela de Organza, para permitir la entrada de aire (figura 7) los frascos fueron colocados en una hielera con 5-8 C°, para ser transportados al laboratorio (Baeza 2008, Vásquez 2008, MAG 2012).



Figura 5. Ninfas de *D. citri* con presencia de túbulos cerosos.

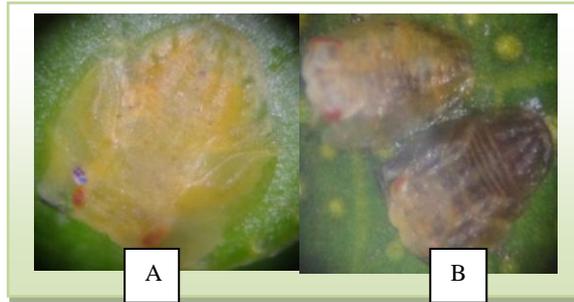


Figura 6. Diferencia de ninfas sanas A) y ninfas de *D. citri* Parasitadas, por *Tamarixia radiata* B) Fuente: Rosmeri Hernández.



Figura 7. Modelo de depósito para brotes tiernos. Foto tomada por: Rosmeri Hernández.

Para la colecta de insectos depredadores y parasitoides adultos de *D. citri* se realizó por medio de inspecciones visuales y se utilizó un aspirador entomológico para su respectiva identificación en el laboratorio (MAG 2012).

4.4. Captura de enemigos naturales de *Diaphorina citri*. Con trampas amarillas.

Además se tomó en cuenta el análisis de enemigos naturales capturados en trampas amarillas engomadas de dos caras, retiradas cada 30 días con la ayuda de técnicos de campo del MAG, durante los cuatro meses de muestreo en campo. Haciendo un total de 8 lecturas de trampa, para complementar la investigación.

1. Se colocó una trampa amarilla (figura 8), pegante, de doble cara engomada, por unidad muestral o cada 200 m (aproximadamente 50 árboles) (figura 8).
2. La trampa es colocada en el borde de la unidad muestral a una altura aproximada de 1 a 2 metros del suelo (dependiendo del tamaño de la planta), directamente sobre un brote de la planta seleccionada.
3. La superficie engomada de la trampa queda libremente expuesta e instalada directamente sobre la superficie del dosel por un periodo de 1 ó 2 semanas.
4. La trampa tiene las dos superficies engomadas, se liberó una de ellas y en el siguiente muestreo la superficie usada se cubrió, y se liberó la superficie alterna que debe quedar siempre al exterior de la copa del árbol (MAG 2012).



Figura 8. Colocación de trampa amarilla pegante en árboles. Tomada por: Rosmeri Hernández.

Se colocaron 4 trampas en cada finca a una altura de 1.70 m orientada al Este por su parte frontal, este es el número de trampas asignado por el MAG para el monitoreo de cada finca citrícola, basada en la metodología estandarizada por Cheslavo 2009, en la parte posterior de la trampa se anotaron los datos de: número de árbol, sitio de monitoreo, cultivo y fecha.

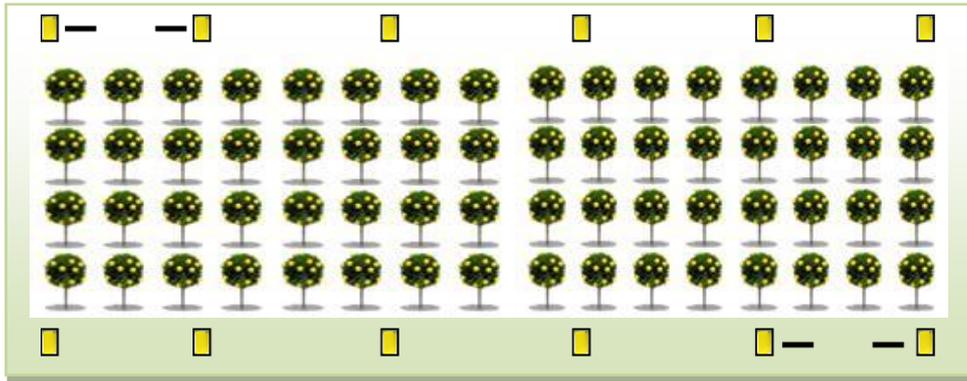


Figura 9. Ubicación de trampas amarillas.

4.5. Fase de Laboratorio

4.5.1. Identificación de enemigos naturales

Etapa de identificación o fase de laboratorio: se desarrolló desde el inicio de la toma de datos en campo, prolongándose dos meses más para permitir que los especímenes emergieran de los brotes tiernos, presentes en la muestras colectadas, y posteriormente ser identificados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal, haciendo un total de 6 meses.

Para el caso de brotes tiernos con ninfas parasitadas se incubaron por un periodo de ocho a diez días, además estos fueron humedecidos diariamente y observados cada dos días para ver que enemigos naturales emergían, para su respectiva identificación, de acuerdo a Flores (c.p.)²

Para la respectiva identificación morfológica de las especies encontradas se utilizó claves pictóricas bajo el apoyo de los asesores y personal técnico del Laboratorio de Diagnóstico Vegetal del MAG y la ratificación de especies se realizó por consulta virtual con expertos en el área de entomología de Colombia y México. Para determinar si cada organismo identificado era enemigo natural de *D. citri*, se revisó la biología, hábitos alimenticios y ecología en sus interacciones positivas o negativas de la especie con respecto a *D. citri* (Alemán *et al* 2007, Baeza 2008, Gonzales *et al* 2003, Gutiérrez *et al* 2013, Preza 2011).

²Comunicación personal, Ing. José Alberto Flores Chorro, Jefe de laboratorio de Sanidad Vegetal, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Los instrumentos utilizados para la identificación de especies son: microscopios, estereoscopios, guías de identificación de insectos benéficos (Nájera y Souza 2010) manual para el reconocimiento de parasitoides (Gave 1995), Guía de conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas en Cuba (Vázquez 2008), Los Coccinellidae de Argentina (González 2006, 2009), Los Coccinellidae de Perú (González 2007). Los Coccinellidae de Paraguay (González 2010), Los Coccinellidae de Venezuela (González 2014).

Después de identificados los especímenes fueron rotulados y montados en una caja entomológica y los parasitoides emergidos se colocaron en alcohol 40% para su preservación.

4.5.2. Lista de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera, Psyllidae) reportados en los agrosistemas de Cuba y México.

Tabla N°. 3. Especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera, Psyllidae).

Especies	Orden/Familia	Reportado
<i>Azya luteipes</i>	(Coleoptera: Coccinellidae)	México
<i>Coleomegilla cubensis</i> Casey	(Coleoptera: Coccinellidae)	Cuba
<i>Chilocorus cacti</i> (Linnaeus)	(Coleoptera: Coccinellidae)	Cuba
<i>Exochomus cubensis</i> Dimm	(Coleoptera: Coccinellidae)	Cuba
<i>Ocyptamus sp</i>	(Diptera: Syrphidae)	Cuba
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus)	(Coleoptera: Coccinellidae)	Cuba y México
<i>Hyperaspis sp</i>	(Coleoptera: Coccinellidae)	México
<i>Olla v-nigrum</i> Mulsant	(Coleoptera: Coccinellidae)	México
<i>Scymnus sp</i>	(Coleoptera: Coccinellidae)	Cuba y México
<i>Chrysopa sp</i>	(Neuroptera, Chrysopidae)	Cuba y México
<i>Ceraeochrysa sp</i>	(Neuroptera, Chrysopidae)	México
<i>Tamarixia radiata</i> (Waterston)	(Hymenoptera: Eulophidae)	Cuba y México
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Lecanicillium	(Hyphomycetes: Moniliales)	Cuba
<i>Hirsutella citriformis</i> Speare Lecanicillium	(Hyphomycetes: Moniliales)	Cuba

Las especies encontradas en el presente estudio fueron verificadas como enemigos naturales de *D. citri* con base a estudios científicos realizados por otros autores según las siguientes Fuentes bibliográficas (Vásquez 2008, Baeza 2008, Aguilar *et al* 2011, Preza 2011, Rodríguez *et al* 2012).

4.6. Metodología estadística

4.6.1. Procesamiento de Datos

Una vez identificadas las especies de enemigos naturales, se procedió a contar el número de individuos por especie presentes en las áreas de muestreo en las dos fincas citrícolas. Los datos de las hojas de colecta de la finca El Trapiche (1) y Finca Los planes (2), fueron revisados y posteriormente se procedió a realizar el respectivo análisis.

Para el análisis y procesamiento de datos se inició con la estandarización de tablas de datos, tablas dinámicas, se tabularon y graficaron los resultados obtenidos, con el uso del programa Microsoft Excel 2010, se elaboraron gráficos de barras para su posterior análisis, para la Finca El Trapiche (1) y Finca Los Planes (2); así como para ambas en conjunto.

Además se procedió a calcular el % de representatividad de los enemigos naturales en cada finca y para su interpretación se crearon gráficos de pastel tanto para la finca 1 y 2; y ambos grupos en conjunto.

4.7. Técnica de Análisis

Para el análisis de diversidad se realizó la aplicación de índices de diversidad alfa y se aplicaron los índices siguientes:

4.7.1. Índice de Shannon-Wiener

Este índice fue aplicado para conocer la riqueza y la abundancia de especies presentes en la finca 1 y 2 utilizando logaritmo natural con base a la fórmula:

- *Formula de Shannon-Wiener:*

$$H' = - \sum P_i * \ln * P_i$$

Dónde:

H= Índice de Shannon-Wiener

Pi= Abundancia relativa y su valor oscilar entre 1 y 3.5.

Este índice es ampliamente utilizado para medir la diversidad de un hábitat (Vázquez *et al* 2008), contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). (Krebs 1985, Moreno 2001, Ñique 2010, Orellana 2009), se representa con H, y con un

número positivo y sus valores en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5 (Moreno 2001, Orellana 2009); sin embargo para Ñique (2010) los valores están entre 1.5 y 3.5 raramente sobrepasan a 4.5. Para un número dado de especies e individuos, la función tendrá un valor mínimo cuando todos los individuos pertenecen a una misma especie y un valor máximo cuando todas las especies tengan la misma cantidad de individuos (Ñique 2010).

4.7.2. Índice de Simpson

Otra medida importante a aplicar es el índice de Simpson que evalúa la abundancia de especies más comunes, y no su riqueza, e decir sobrevalora las especies más abundantes Ramos (2001), en detrimento de la riqueza total de especies. Simpson obtiene el grado de dominancia que representa cada especie dentro de cada parcela, en segundo lugar se obtiene el grado de dominancia de las especies para el total del área (Smith y Smith 2001, Orellana 2009).

Los valores de la diversidad según Simpson se dan dentro de una escala de 0 a 1; presentando poca diversidad cuando se aproxima a uno y mayor diversidad al acercarse a cero, lo que indicaría mayor dominancia. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece (Ñique 2010). Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye (Orellana 2009).

$$D = \sum (n(n - 1) / N (N - 1))$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i -ésima y N , es el número total de individuos. En este caso, a medida que D , se incrementa, la diversidad decrece (Vázquez *et al* 2008).

Cabe mencionar que en el análisis de la diversidad alfa (Shannon-Wiener y Simpson), se tomó en cuenta las Fincas de 1 y 2 por separado y por cultivo (limón, mandarina y naranja). Resultante de la suma de los individuos presentes en cada finca.

V. RESULTADOS

A continuación se presentan los enemigos naturales de *D. citri* encontrados en dos fincas cítricas de San Salvador, Fincas El Trapiche (1) y Los Planes (2), representando la Diversidad Alfa de cada Finca respectivamente; Luego se hizo una comparación entre las diversidades de ambas fincas que corresponden a la Diversidad Beta con base en los datos obtenidos de ocho muestreos realizados por inspecciones visuales, colecta de brotes tiernos y captura de entomofauna por trampas amarillas.

Tabla N°. 4. Especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados en las dos fincas cítricas. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i>	Orden / Familia	Limón	Naranja	Mandarina	Total de individuos
<i>Azya sp</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	20	5	6	31
<i>Ceraeochrysa sp</i>	(Neuroptera: Chrysomelidae)	325	191	143	659
<i>Chilocorus cacti</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	51	22	11	84
<i>Chrysoperla sp</i>	(Neuroptera: Chrysomelidae)	395	606	197	1198
<i>Cycloneda sanguínea</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	105	54	35	194
<i>Hyperaspis sp</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	73	35	18	126
<i>Olla v-nigrum</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	83	35	43	161
<i>Scymnus sp</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	26	12	14	52
Coleoptera	(Coleoptera)	59	24	15	98
<i>Tamarixia radiata</i>	(Hymenoptera: Eulophidae)	621	375	245	1241
Total		1758	1359	727	3844



Figura 10. *Azya sp*

<i>Ceraeochrysa sp</i>	
Clasificación Científica	
Nombre científico	<i>Ceraeochrysa sp</i>
Orden:	Neuroptera
Familia:	Chrysopidae

Descripción: las larvas poseen mandíbulas largas y curvadas que actúan como pinzas (Velásquez 2004). Que sirven para agarrar y atravesar sus presas y succionar sus fluidos corporales (Velásquez 2004).

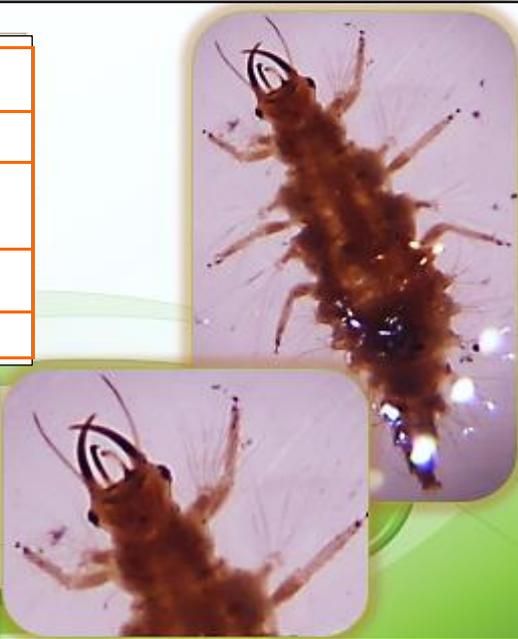


Figura 11. *Ceraeochrysa sp*

<i>Chilocorus cacti</i> . (Linnaeus, 1767)	
Clasificación Científica	
Nombre científico	<i>Chilocorus cacti</i>
Orden:	Coleoptera
Familia:	Coccinellidae

Caracterización:

- Forma casi circular.
- Color negro muy brillante.
- Élitros con una mancha discal circular marrón anaranjado-rojo oscuro, aislada de los bordes, de 1/3 del largo del élitro.
- Lado inferior negro, abdomen marrón.
- Patas marrón oscuro casi negro. Antenas y piezas bucales amarillentas (Gonzales 2014)



Figura 12. *Chilocorus cacti*

<i>Chrysoperla sp.</i>		  
Clasificación Científica		
Nombre científico	<i>Chrysoperla sp.</i>	
Orden:	Neuroptera	
Familia:	Chrysopidae	

Morfología adulto: Adultos crisopas verdes son insectos de cuerpo blando con cuatro alas membranosas, ojos de oro y cuerpo verde.

Huevo soportado por un pedicelo de aproximadamente 10 a 15 mm de longitud el cual queda adherido a la superficie de la hoja cerca de las posibles fuentes de alimento para las larvas (UC IPM 2014).

Figura 13. *Chrysoperla sp*

<i>Cycloneda sanguinea</i> Linnaeus, 1763)		  
Clasificación Científica		
Nombre científico	<i>Cycloneda sanguinea</i> L.	
Orden:	Coleoptera	
Familia:	Coccinellidae	

Caracteres taxonómicos

- ✓ Forma semicircular y mide de 4 a 6 mm de longitud
- ✓ Élitros anaranjados-rojizos sin manchas
- ✓ Pronoto con borde color marfil, con dos manchitas claras en el disco (Gonzales 2006 y 2009 Nájera y Souza 2010).
- ✓ Rostro negro con dos pequeñas manchitas amarillentas cerca de los ojos.

Dimorfismo sexual
Machos: frente blanca con una punta clara que penetra el pronoto desde el margen delantero (Gonzales 2006 v 2009 Nájera v Souza 2010).

Figura 14. *Cycloneda sanguinea*

Clasificación Científica	
Nombre científico	<i>Hyperaspis sp</i>
Orden:	Coleoptera
Familia:	Coccinellidae

Caracterización

Élitros negros con dos manchas una franja lateral amarilla cada uno, una mancha al medio de la base semicircular, la otra en pleno disco, alargada longitudinalmente.

Pronoto negro con borde lateral amarillo pálido, el borde delantero negro.

Dimorfismo: Cabeza negra en las hembras y amarilla en los machos tamaño 2,2 milímetros (Gonzales 2006).



Figura 15. *Hyperaspis sp*

<i>Olla v-nigrum</i> (Mulsant, 1866)	
Clasificación Científica	
Nombre científico	<i>Olla v-nigrum</i>
Orden:	Coleoptera
Familia:	Coccinellidae

Caracteres taxonómicos:

- ✓ **Cuerpo casi circular, muy convexo.**
- ✓ **Color beige-anaranjado**
- ✓ **8 manchas negras sobre cada élitro:** cuatro anteriores, tres en el medio y una posterior
- ✓ **Tamaño mide** entre 3,7 a 6,2 mm de longitud y 2.3 a 4.6 mm de ancho
- ✓ **Pronoto:** Cinco a siete manchas negras
 - 3 en la base (2 laterales triangulares con el ápice hacia adelante y una central longitudinal, muy angosta).
 - Las 2 últimas se dirigen en forma diagonal del ápice de la mancha central al ápice de las manchas laterales, oblicuas desde el centro hacia adelante, alcanzando el borde anterior del pronoto sobre el ojo (Gonzales 2006 y 2009 Nájera y Souza 2010).

Dimorfismo sexual:
Machos con la cabeza totalmente amarilla
Hembras con manchas oscuras en la base del labro y a veces pequeñas líneas en la frente



Figura 16. *Olla v-nigrum*

<i>Scymnus sp</i> (Mulsant, 1850)	
Clasificación Científica	
Nombre científico	<i>Scymnus sp.</i> .
Reino:	Animalia
Orden:	Coleoptera
Familia:	Coccinellidae



Diagnosis:
El escarabajo adulto es pequeño, de forma ovalada, mide de 1.7 a 2.3 mm de longitud. Color negro poco brillante con brillo marrón oscuro. Con sedas muy abundantes y evidentes, superficie dorsal con puntuaciones gruesas. (Nájera y Souza 2010).

Algunos ejemplares más claros o con el pronoto más amarillento que los élitros, tamaño entre 1,6 a 2,1 milímetros

Figura 17. *Scymnus sp*



Figura 18. Especie del Orden Coleoptera

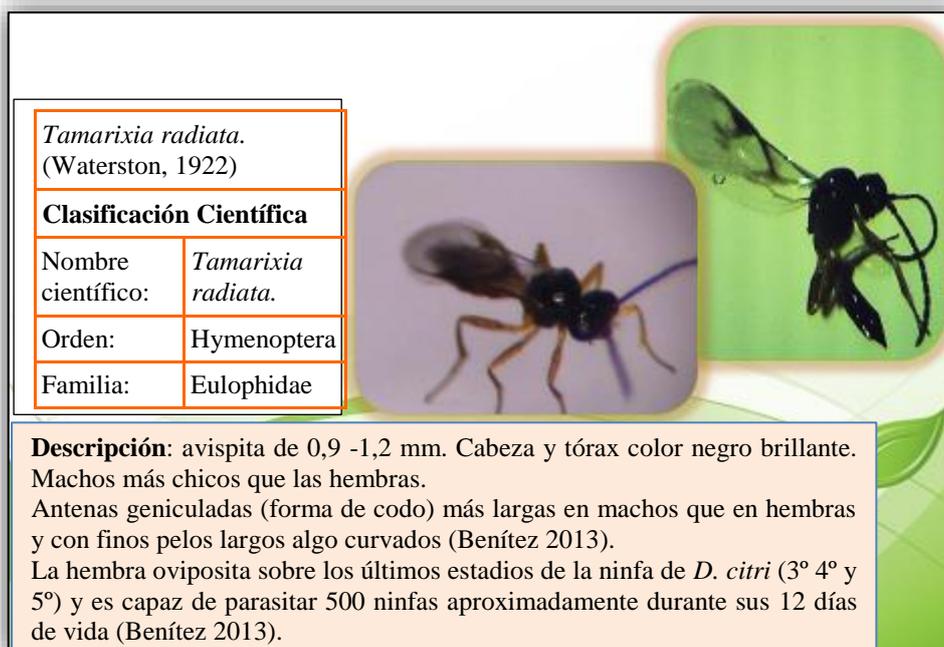


Figura 19. *Tamarixia radiata*

✓ **Registro de enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Diversidad alfa) correspondiente a Finca El Trapiche**

Tabla N°. 5. Especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados en Finca El Trapiche. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i>	Limón	Naranja	Mandarina
<i>Azya sp</i> (depredador)	11	2	1
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	143	101	56
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	37	14	8
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	225	330	88
<i>Cycloneda sanguínea</i> (depredador)	59	33	27
<i>Hiperaspis sp</i> (depredador)	34	17	5
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	49	23	21
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	21	10	11
Coleoptera	28	11	9
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	278	177	93
Total	885	718	319

El siguiente gráfico, muestra las 20 especies encontradas en la Finca El Trapiche (1), de las cuales las especies más abundantes en orden descendente fueron *Chrysoperla sp*, en el cultivo de naranja seguido de la especie *Tamarixia radiata* para el cultivo de limón y *Ceraeochrysa sp* en el cultivo de mandarina, las especies con menor número de individuos fueron *Chilocorus cacti*, *Cycloneda sanguínea*, *Hiperaspis sp*, *Olla v-nigrum*, *Scymnus sp* y *Azya sp* y la especie del Orden Coleoptera.

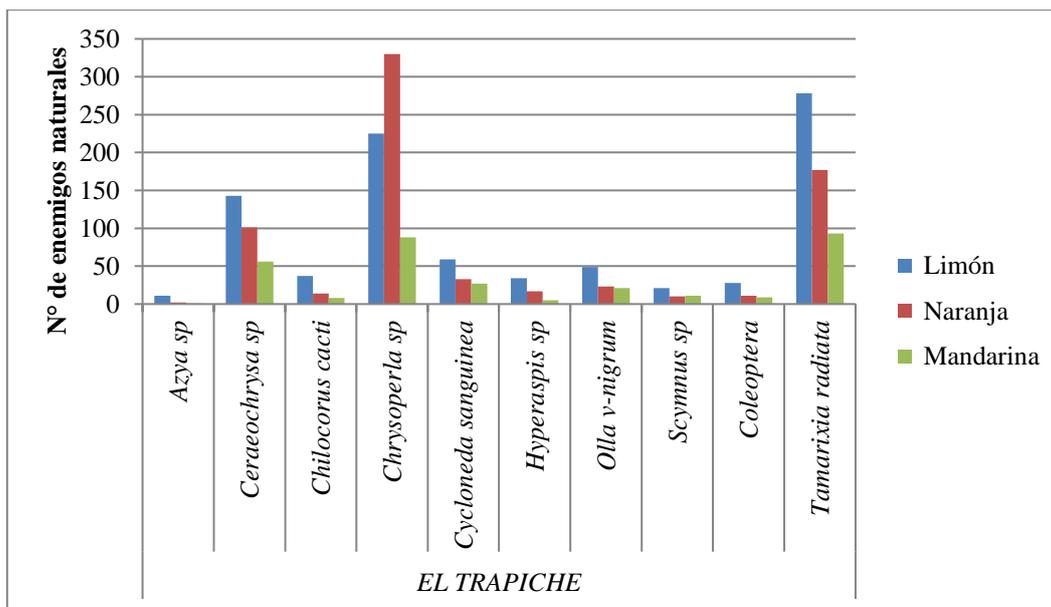


Figura 20 – Abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en 8 muestreos en la Finca El Trapiche realizada en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Registro de enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Diversidad Alfa) correspondiente a Finca Los Planes.**

Tabla N°. 6. Especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados en Fincas Los Planes. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i>	Limón	Naranja	Mandarina
<i>Azya sp</i> (depredador)	9	3	5
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	182	90	87
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	14	8	3
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	170	276	109
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	46	21	8
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	39	18	13
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	34	12	22
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	5	2	3
Coleoptera	31	13	6
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	343	198	152
Total	873	641	408

La figura 21, presenta las 10 especies de enemigos naturales de *D. citri*, en la finca Los Planes, para el cultivo de limón la especie *Tamarixia radiata* presento mayor número de individuos seguido de *Chrysoperla sp* para el cultivo de naranja, por último, la especie *Ceraeochrysa sp* para el cultivo de limón, el resto las especies: *Chilocorus cacti*, *Cycloneda sanguinea*, *Hiperaspis sp*, *Olla v-nigrum*, *Scymnus sp*, y Coleoptera con menor número de individuos.

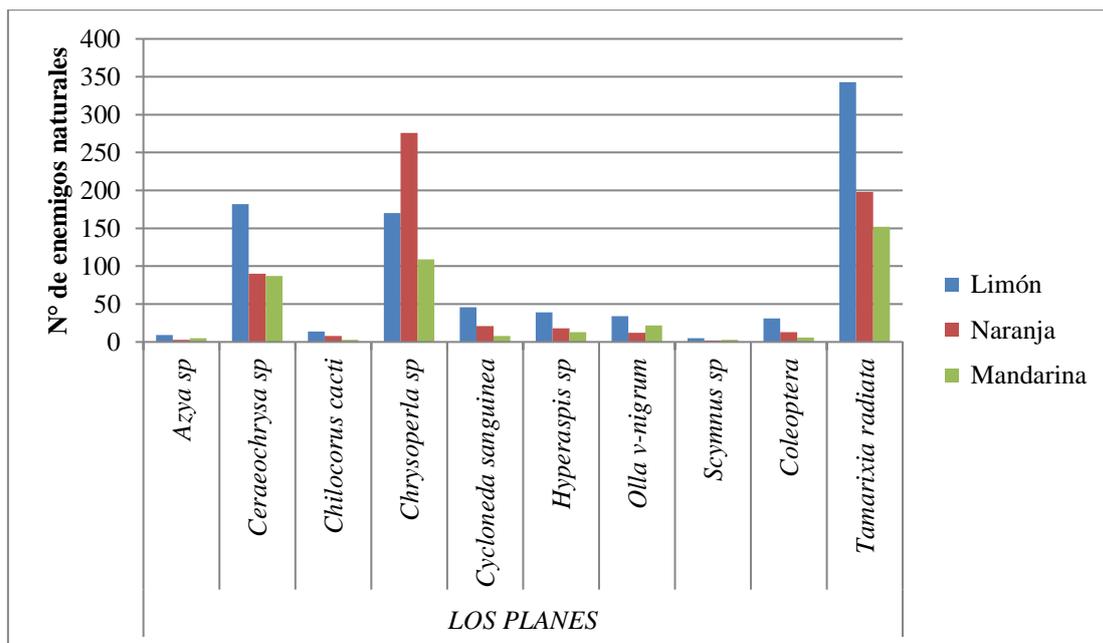


Figura 21– Abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en 8 muestreos en la Finca Los Planes, realizado en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Abundancia total de enemigos naturales de *Diaphorina citri* por cultivo correspondiente a Finca El Trapiche y Finca Los Planes.**

Tabla N°. 7. Abundancia total de especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados en las dos fincas cítricas. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i>	Limón	Naranja	Mandarina
<i>Azya sp</i> (depredador)	20	5	6
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	325	191	143
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	51	22	11
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	395	606	197
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	105	54	35
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	73	35	18
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	83	35	43
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	26	12	14
Coleoptera	59	24	15
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	621	375	245
Total	1758	1359	727

La figura 22, muestra que las especies con mayor número de individuos en los 8 muestreos fueron: *Tamarixia radiata* con un total de 621 individuos en el cultivo de limón y 375 en el cultivo de naranja, seguido de *Chrysoperla sp* con 606 individuos para el cultivo de naranja y en menor cantidad en el cultivo de limón con 395 individuos, seguido de *Ceraeochrysa sp* con 325 individuos para el cultivo de limón, las especies *Chilocorus cacti*, *Cycloneda sanguinea*, *Hiperaspis sp*, *Olla v-nigrum*, *Scymnus sp*, *Azya sp* y la especie del Orden Coleoptera oscilan entre 43 y 5 individuos.

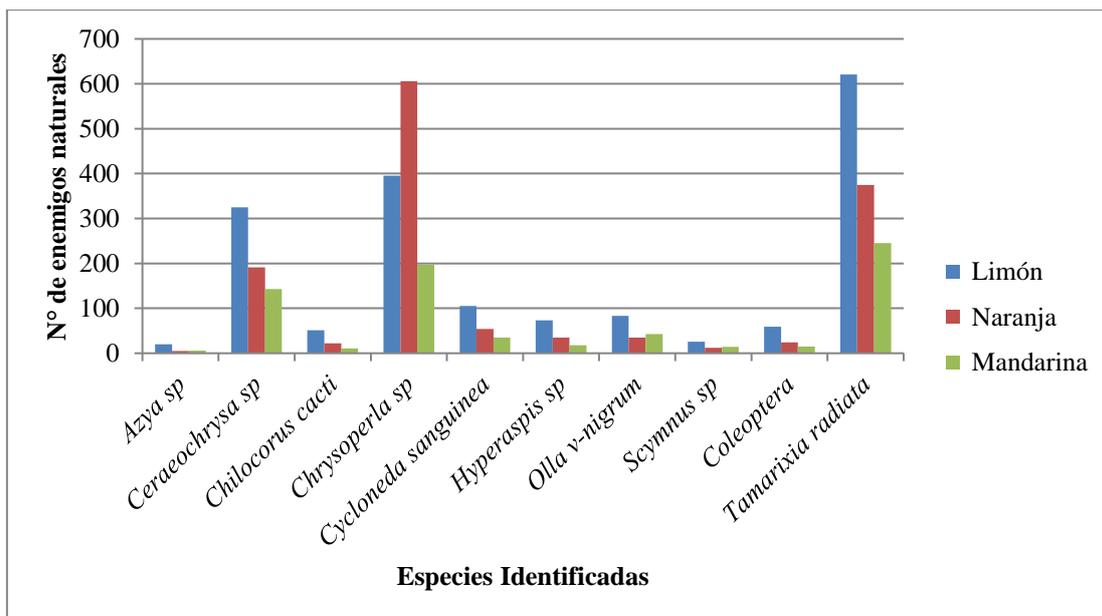


Figura 22 – Abundancia total de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en 8 muestreos en las dos fincas, realizado en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Distribución y Abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Diversidad Beta) por cultivo correspondiente a Finca El Trapiche y Los Planes.**

Tabla N°. 8. Distribución y abundancia total de especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados en las dos fincas citricolas. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, en el periodo de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i>	Limón		Naranja		Mandarina	
	El Trapiche	Los Planes	El Trapiche	Los Planes	El Trapiche	Los Planes
<i>Azya sp</i> (depredador)	11	9	2	3	1	5
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	143	182	101	90	56	87
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	37	14	14	8	8	3
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	225	170	330	276	88	109
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	59	46	33	21	27	8
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	34	39	17	18	5	13
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	49	34	23	12	21	22
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	21	5	10	2	11	3
Coleoptera	28	31	11	13	9	6
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	278	343	177	198	93	152
Total de Individuos	885	873	718	641	319	408

La figura 23, representa las diferentes especies de enemigos naturales encontrados para ambas fincas, en cada muestreo y su respectiva abundancia. Para la Finca el Trapiche fue *Chrysoperla sp* la especie con mayor número de individuos, *Tamarixia radiata* para el cultivo de naranja, *Ceraeochrysa sp* en limón y con menor número de individuos las especies: *Chilocorus cacti*, *Cycloneda sanguinea*, *Hiperaspis sp*, *Olla v-nigrum*, *Scymnus sp*, *Azya sp* y la especie del Orden Coleoptera.

En la Finca Los Planes muestra un mayor número de individuos: *Tamarixia radiata* para el caso del cultivo de limón, *Chrysoperla sp* para el cultivo de naranja y por último *Ceraeochrysa sp* para el cultivo de limón, las demás especies con un número bajo de individuos.

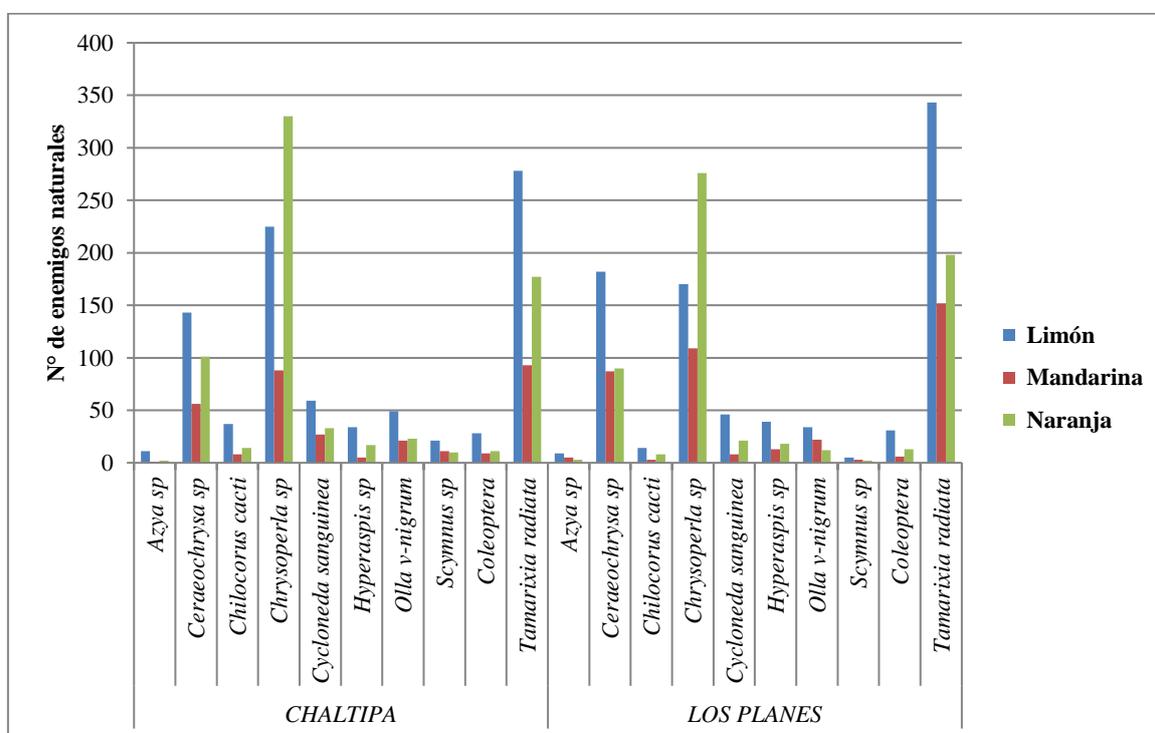


Figura 23 – Comparación de abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en 8 muestreos en finca 1 y finca 2, realizado en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Porcentaje de enemigos naturales de *Diaphorina citri* correspondiente a Finca El Trapiche.**

Tabla N°. 9. Abundancia total de especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* encontrados en Finca El Trapiche. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Especies	N° de Individuos	Porcentaje
<i>Azya sp</i> (depredador)	14	1%
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	300	16%
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	59	3%
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	643	33%
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	119	6%
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	56	3%
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	93	5%
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	42	2%
Coleoptera	48	2%
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	548	29%

Figura 24, del total de las especies registradas para la Finca 1 (El Trapiche), se obtuvieron 10 especies, donde la especie con mayor porcentaje de presencia de individuos en los 8 muestreos fue *Chrysoperla sp* representando el 33%, *Tamarixia radiata* con 29% de individuos registrados y *Ceraeochrysa sp* con 16%, también se encontraron 6 especies con menor porcentaje de enemigos naturales: *Cycloneda sanguinea* 6%, *Olla v-nigrum* 5%, *Hiperaspis sp* 3%, *Chilocorus cacti* 3%, la especie del Orden Coleoptera 3% y *Scymnus sp* 2 %, y *Azya sp* con 1%.

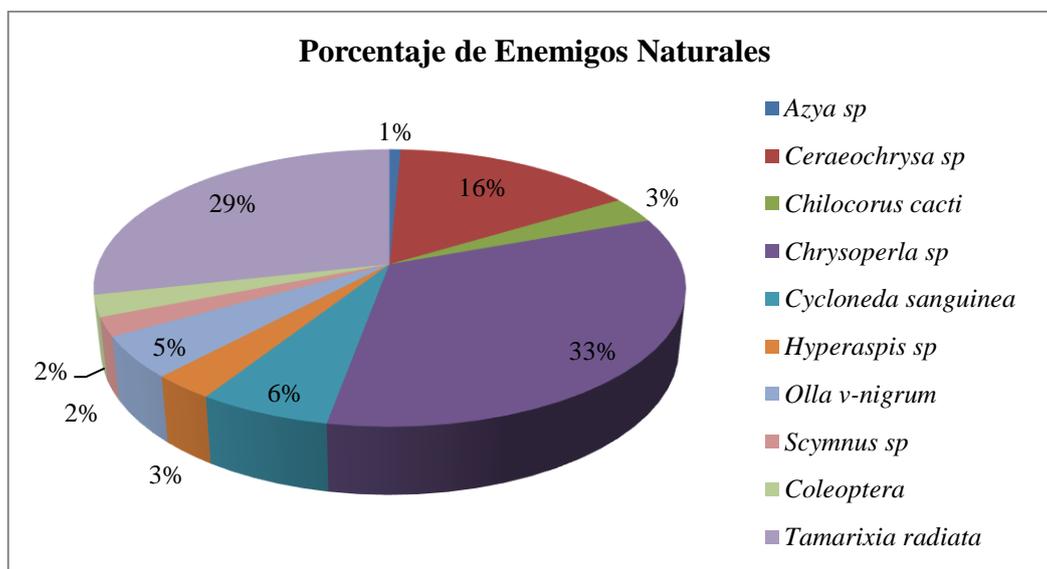


Figura 24 – Porcentajes de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en finca el Trapiche, en ocho muestreos, realizados en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Porcentaje de enemigos naturales de *Diaphorina citri* correspondiente a la Finca Los Planes.**

Tabla N° 10. Porcentaje de especies de enemigos naturales encontrados en Finca Los Planes. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Especies	N° de Individuos	Porcentaje
<i>Azya sp</i> (depredador)	17	1%
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	359	19%
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	25	1%
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	555	29%
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	75	4%
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	70	4%
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	68	3%
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	10	1%
Coleoptera	50	3%
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	693	36%

Figura 25, de las 10 especies registradas para la Finca 2 (Los planes), la especie con mayor porcentaje de presencia de individuos en los 8 muestreos fue *Tamarixia radiata* con un 36% individuos registrados, seguido de *Chrysoperla sp* 29% y *Ceraeochrysa sp* con 19%, también se encontraron 6 especies con el menor porcentaje de enemigos naturales: *Cycloneda sanguinea* y *Hiperaspis sp* 4%, *Olla v-nigrum* y sp1 el 3 %, *Chilocorus cacti*, *Scymnus sp* 2 % y *Azya sp* con 1%.

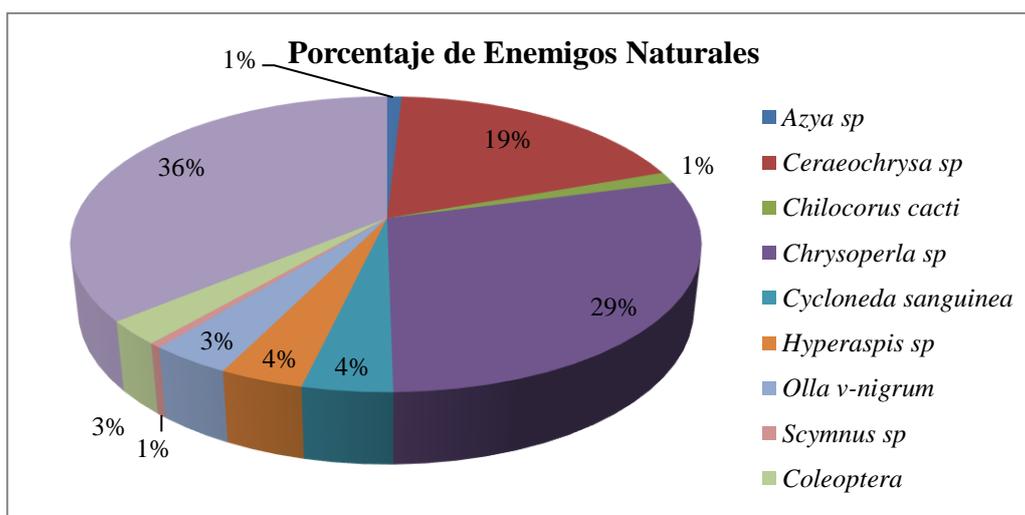


Figura 25 – Porcentajes de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en Finca Los Planes, en ocho muestreos, realizados en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Porcentaje de enemigos naturales de *Diaphorina citri* correspondiente a Finca El Trapiche y Los Planes.**

Tabla N° 11. Porcentaje de especies de enemigos naturales encontrados en las dos fincas citrícolas. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Especies	N° de Individuos	Porcentaje
<i>Azya sp</i> (depredador)	31	1%
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	659	17%
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	84	2%
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	1198	31%
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	194	5%
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	126	3%
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	161	4%
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	52	2%
Coleoptera	98	3%
<i>Tamarixia radiata</i> (parasitoide)	1241	32%

En la figura 26, se muestra el total de las especies registradas para la Finca 1 (El Trapiche), y Finca 2 (Los Planes), se obtuvieron 10 especies, donde la especie con mayor porcentaje de presencia de individuos en los 8 muestreos fue *Tamarixia radiata* con 32% y *Chrysoperla sp* 31%, seguido de la especie *Ceraeochrysa sp* con 17%, también se encontraron 6 especies con el menor porcentaje de enemigos naturales: *Cycloneda sanguinea* 5%, *Olla v-nigrum* 4%, *Hiperaspis sp* y la especie del Orden Coleoptera con el 3%, *Chilocorus cacti* y *Scymnus sp*. 2 %, y *Azya sp* con 1%.

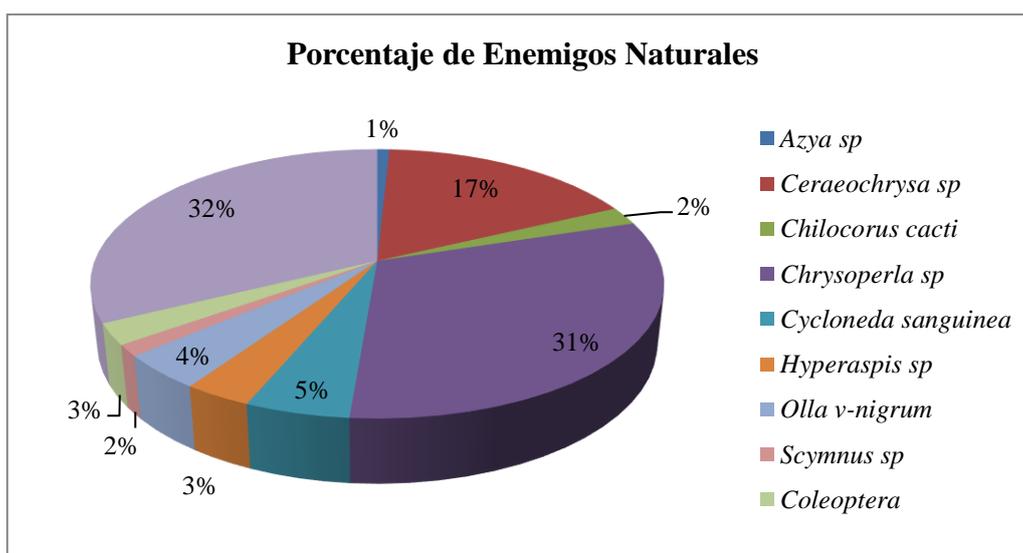


Figura 26 – Porcentajes de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en las dos fincas de muestreo, en ocho muestreos, realizados en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

Enemigos naturales en diferentes estadios.

✓ Estadios de enemigos naturales de *Diaphorina citri* correspondiente a Finca El Trapiche y Finca Los Planes.

Tabla N° 12. Estadios de especies de enemigos naturales encontrados en las dos fincas citrícolas. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Estadios de enemigos naturales	Limón	Naranja	Mandarina
Adulto	1038	562	387
<i>Azya sp</i> (depredador)	20	5	6
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	51	22	11
Coleoptera	59	24	15
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	105	54	35
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	73	35	18
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	83	35	43
<i>Scymnus sp</i> (depredador)	26	12	14
<i>Tamarixia radiata</i> (Parasitoide)	621	375	245
Huevo	395	606	197
<i>Chrysoperla sp</i> (depredador)	395	606	197
Larva	325	191	143
<i>Ceraeochrysa sp</i> (depredador)	325	191	143
Total	1758	1359	727

La figura 27, muestra los diferentes estadios (adulto, huevo y larva) de enemigos naturales encontrados para la Finca 1 y Finca 2 registrándose todos los estadios en los tres cultivos en el caso de adultos se encontraron 8 especies de enemigos naturales: *Tamarixia radiata*, *Cycloneda sanguinea*, *Olla v-nigrum*, *Hiperaspis sp*, *Chilocorus cacti*, *Scymnus sp*, la especie del Orden Coleoptera y *Azya sp*, para el caso de huevo se encontró la especie *Chrysoperla sp*, con más frecuencia para naranja, seguido de limón y por último mandarina. Para larva se observó la especie *Ceraeochrysa sp* con mayor presencia para el cultivo de limón, seguido del cultivo de naranja y por último para el cultivo de mandarina.

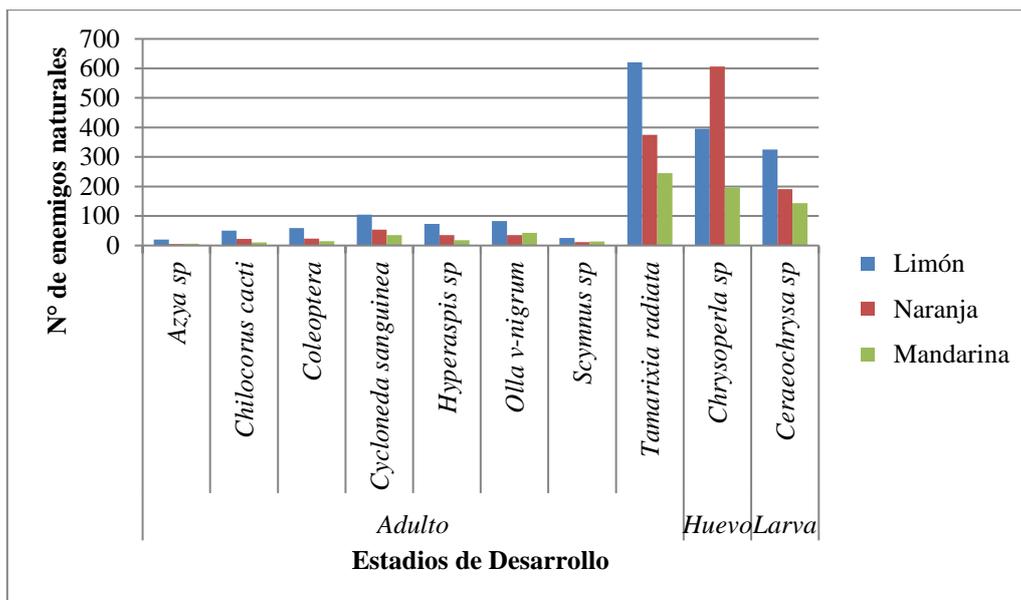


Figura 27 – Estadios de especies de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presente a las dos fincas de muestreadas, en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

Distribución y abundancia de enemigos naturales encontrados en trampas amarillas

✓ Abundancia de Enemigos Naturales de *Diaphorina citri* registrados en Trampas Amarillas en Finca El Trapiche.

Tabla N°. 13. Especies de enemigos naturales encontrados en trampas amarillas en Fincas El Trapiche. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Especies	Finca El Trapiche
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	24
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	2
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	37
<i>Olla v-nigrum</i> (depredador)	5
Coleoptera	19

De acuerdo a la figura 28, se encontró un total de 5 de especies de enemigos naturales siendo la especie es *Hyperaspis sp* la que presento mayor número de individuos con 37 individuos y *Chilocorus cacti* con 24 individuos, también se encuentra la especie del Orden Coleoptera con 19 individuos y en menor cantidad las especies *Olla v-nigrum* con 5 individuos, *Cycloneda sanguinea* con 2 individuos registrados en trampas a amarillas.

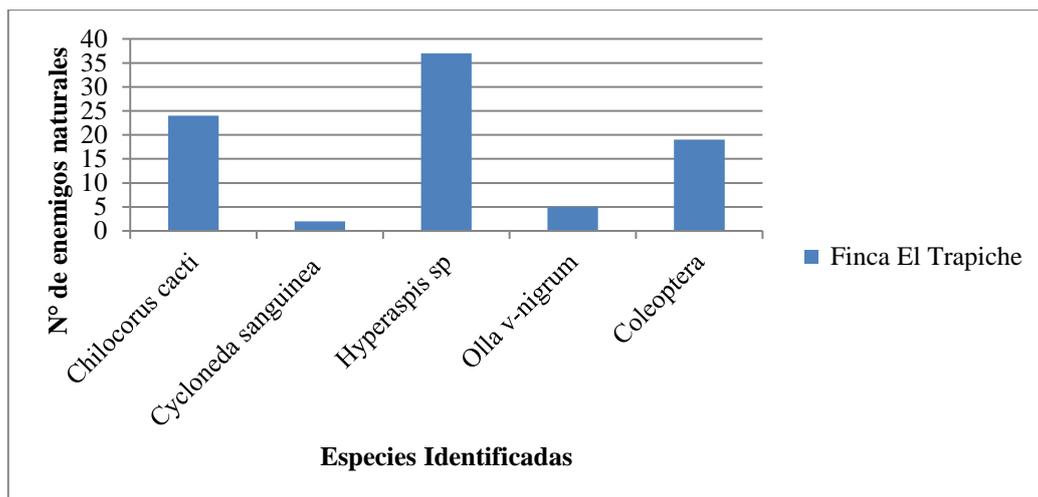


Figura 28– Abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* correspondientes a trampas amarillas presentes en Finca El Trapiche, en ocho muestreos realizados en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Abundancia de Enemigos Naturales registrados utilizando trampas amarillas en la Finca Los Planes.**

Tabla N° 14. Especies de enemigos naturales encontrados en trampas amarillas en Fincas Los Planes. En 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Especies	Los Planes
<i>Chilocorus cacti</i> (depredador)	31
<i>Cycloneda sanguinea</i> (depredador)	4
<i>Hyperaspis sp</i> (depredador)	34
Coleoptera	11

En la figura 29, se muestra el número de individuos de cada especie encontrados en la finca los Planes; observándose un total de 4 especies de enemigos naturales, las cuales se mencionan en orden descendente de abundancia: *Hyperaspis sp* con 34 individuos, *Chilocorus cacti* con 31 individuos, la especie del Orden Coleoptera con 11 individuos y en menor cantidad la especie *Cycloneda sanguinea* con 4 individuos registrados en trampas a amarillas.

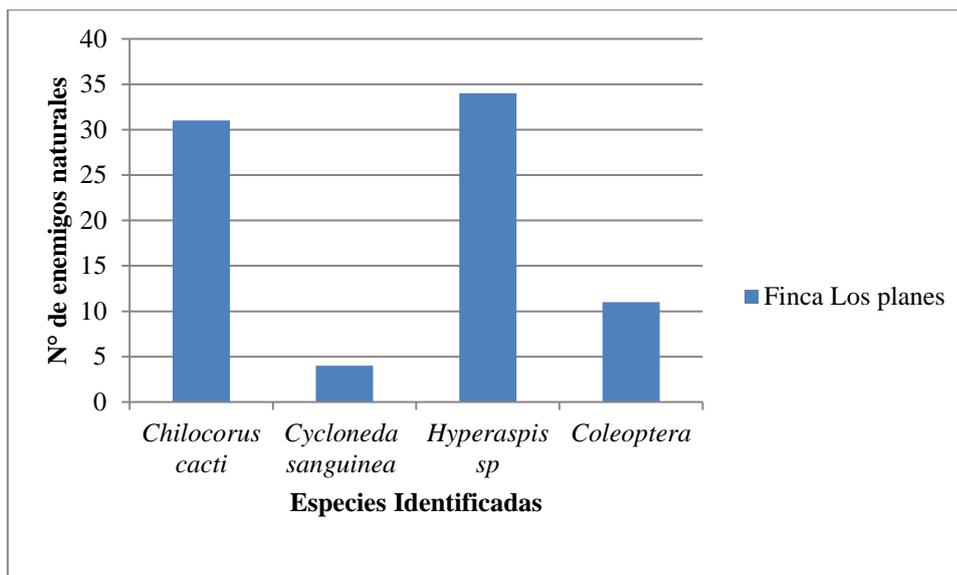


Figura 29 – Abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* correspondientes a trampas amarillas presentes en finca los Planes en ocho muestreos, realizados en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ **Distribución y Abundancia de Enemigos Naturales registrados utilizando Trampas amarillas en correspondiente a Finca El Trapiche y Los Planes.**

Tabla N° 15. Especies de enemigos naturales encontrados en trampas amarillas en las dos fincas estudiadas, en 8 muestreos en el Departamento de San Salvador, de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Especies	Finca Los Planes	Finca El Trapiche
<i>Chilocorus cacti</i>	31	24
<i>Cycloneda sanguinea</i>	4	2
<i>Hyperaspis sp</i>	34	37
<i>Olla v-nigrum</i>	0	5
Coleoptera	17	19

La figura 30, representa las diferentes especies de enemigos naturales encontrados para ambas fincas, en cada uno de los muestreos y su respectivo número de individuos, siendo así la especie que muestra un mayor número de individuos *Hiperaspis sp* y *Chilocorus cacti* seguido de la especie del Orden Coleoptera y en menor número de individuos *Cycloneda sanguinea*, por último, la especie *Olla v-nigrum* que solo se observó en la Finca El Trapiche.

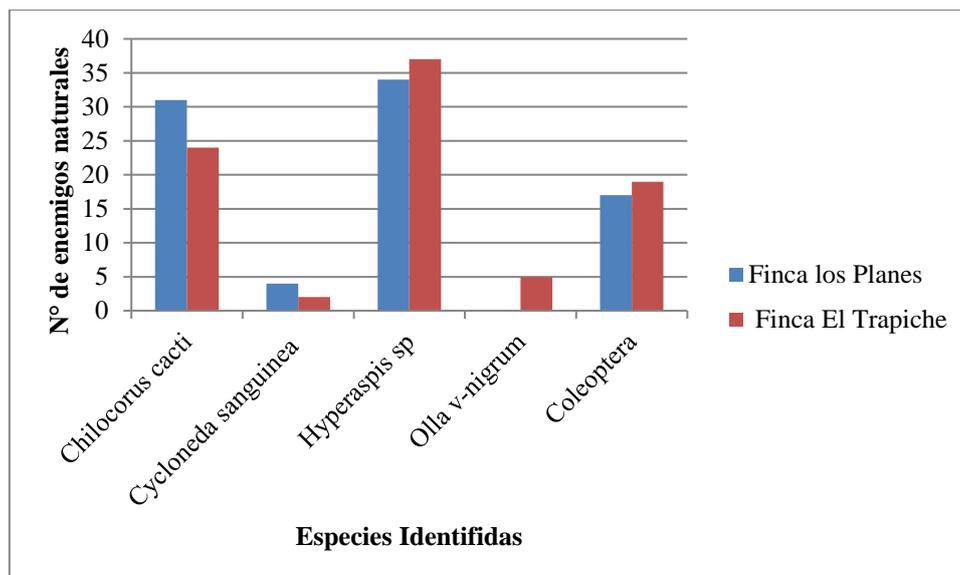


Figura 30 – Distribución y abundancia de enemigos naturales de *Diaphorina citri* en trampas amarillas presentes en las dos fincas durante ocho muestreos realizados en el Departamento de San Salvador, de noviembre del 2014 a febrero del 2015.

✓ Índices de diversidad

Los valores obtenidos para el índice de Shannon-Wiener (cuadro 16), indican que la abundancia de especies en la finca 1, para el cultivo limón es 1.798, mandarina 1.7 y naranja 1.451.

Las especies de la finca 2, presento los valores siguientes en el cultivo de limón 1.63, mandarina 1.476, y naranja 1.38.

Tabla 16. – valores obtenidos del índice de Shannon-Wiener y índice de Simpson obtenidos con el programa estadístico PAST. Para los datos de Finca 1 (El Trapiche) y Finca 2 (Los Planes), por cultivo de limón, naranja y mandarina.

Lugares	Índices Calculados					
	Shannon-Wiener			Índice de Simpson		
	Limón	Naranja	Mandarina	Limón	Naranja	Mandarina
Finca El Trapiche	H: 1.798	H: 1.7	H: 1.451	D: 0.7981	D: 0.7937	D: 0.7037
Finca Los Planes	H: 1.63	H: 1.476	H: 1.38	D: 0.7563	D: 0.7396	D: 0.6967

Con el índice de Simpson (tabla 16), se obtuvo un valor muy cercano a 1 en las dos fincas, para los tres cultivos.

VI. DISCUSIÓN

Durante la investigación se contabilizaron un total de 10 especies controladoras de *Diaphorina citri* en la Finca El Trapiche (1) y Finca Los Planes (2), de las cuales tres especies poseen las mayores abundancias: la especie parasitoide *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) y la especie depredadora *Chrysoperla sp* (Neuróptero: Chrysopidae). Coincidiendo con los reportes de Baeza (2008), quien con igual metodología y similar tamaño de muestra encontró que *Tamarixia radiata* fue la única parasitando a *D. citri* en su trabajo: Parasitoides del minador de la hoja de los cítricos y del Psílido asiático en la Costa de Oaxaca. En cuanto a *Chrysoperla sp* solo fue encontrada en etapa de huevo, concordando con Lozano et al. (2012), en el Estado de Yucatán, México; quien detecto a depredadores de la familia Chrysopidae solamente en esta etapa, por su corto ciclo de vida.

Asimismo en la etapa larvaria la única especie más abundante en este estudio fue *Ceraeochrysa sp* en todos los muestreos de cítricos, en el estudio que realizo Lozano et al. (2012), en Yucatán, México. Menciona que esta especie fue la más abundante en esta etapa, en todos los cultivares de cítricos.

Además de *Chrysoperla sp* se detectaron ocho especies de depredadores asociados a *D. citri*: la especie del Orden Coleoptera, *Hyperaspis sp*, *Chilocorus cacti*, *Scymnus sp*, *Cycloneda sanguínea*, *Olla v-nigrum*, *Azya sp* (Coleoptera: Coccinellidae) y *Ceraeochrysa sp* (Neuróptero, Chrysopidae) (Cuadro 4). *Chrysoperla sp* y las cuatro últimas especies fueron reportadas como enemigos naturales de *D. citri* por Preza (2011), en su estudio de enemigos naturales de *Diaphorina citri*. (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) en tres sitios del estado de Veracruz, utilizando técnicas de monitoreo similares como inspecciones visuales y colecta de brotes tiernos para captura de enemigos naturales de *Diaphorina citri*.

Los datos obtenidos en esta investigación concuerdan con los presentados por Gutiérrez (2013), donde menciona que son numerosos los depredadores que atacan poblaciones de *D. citri* por lo general los más abundantes son algunas especies como *Cycloneda sanguinea*, *Chilorius cacti*, *Scymnus sp*, y *Chrisopa sp*. Además de coccinélidos como la catarinita gris *Olla v-nigrum* también reportados por (Gonzales et al 2003, Preza 2011, Vázquez et al 2008). Estas especies depredadores presentes en los dos sitios de estudio.

En relación a las especies depredadoras registradas en este estudio tales como: *Olla v-nigrum* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), *Chilocorus cacti* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Ceraeochrysa sp* fueron reportados por Rodríguez *et al* (2012). En su estudio Enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México.

La especie *Chilocorus cacti* (Coleoptera: Coccinellidae), reportada en el estudio de Lozano *et al.* (2012), identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. Esta especie también registrada en este estudio como uno de los controladores de *Diaphorina citri* reportadas durante la presente investigación.

Durante el periodo de investigación se registró la presencia del Parasitoide *Tamarixia radiata* (Hymenoptera, Eulophidae) como la única especie parasitoide actuando sobre *Diaphorina citri* la especie identificada coincide con lo encontrado en el estudio realizado por Baeza (2008). Parasitoides del minador de la hoja de los cítricos y del Psílido asiático en la Costa de Oaxaca. Coincidiendo este reporte con el trabajo realizado por Rodríguez *et al* (2012), en su estudio sobre Enemigos Naturales Asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México.

Vásquez (2008, 2010), mencionan que los parasitoides depositan sus huevos o larvas fuera o dentro del huésped o plaga, posteriormente continúa viviendo de este, ya sea externamente o dentro de su cuerpo, y emerge después como adulto y son principalmente, insectos que pertenecen a diversas familias de los órdenes Diptera e Hymenoptera, siendo estos últimos los más diversos. En este trabajo se pudo demostrar que el parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston. (Hymenoptera: Eulophidae), deposita sus huevos por la parte dorsal de *D. citri* y emerge como adulto, dejando momificada las ninfas, y finalmente termina su ciclo como adulto. En los resultados de este estudio se presentan un total de 1,241 individuos adultos de *Tamarixia radiata* (Tabla N° 12). Presentes en todos los muestreos realizados.

De acuerdo a Tabla N° 12, se presentó la mayor cantidad de especies con el número de individuos en los 8 muestreo, una de las especies con mayor abundancia fue *Chrysoperla sp* en etapa de huevo Con 1198 individuos, lo que concuerda con el estudio realizado por Lozano *et al.* (2012), en estado de Yucatán, México; en la que menciona que en la etapa de huevo solamente se detectó la presencia de los depredadores pertenecientes a la familia Chrysopidae (Tabla N° 12 y figura N° 17). Esta tendencia puede estar relacionada con el ciclo corto de vida que tienen las especies de la familia Chrysopidae, donde su período embrionario dura aproximadamente cinco días, la fase larvaria diez y las fases en el interior del capullo cerca de once las hembras producen más de 1200 huevos durante su período de vida, el cual puede ser superior a los cien días por esta razón se considera que la especie de esta Familia fue más abundante en este estudio (Lozano *et al.* 2012).

El cultivo de naranja fue donde se observó el mayor número de huevecillos de *Chrysoperla sp* con un total de 606 huevos, con el 51%, seguido de limón con 395 huevos, el cual presentó el 33 %, y la mandarina con 197 huevos con el 16 %. (Tabla N° 12). Los datos obtenidos en este estudio coinciden con lo reportado en el trabajo realizado por Lozano *et al.* (2012). En estado de Yucatán, México, que mencionan, con relación a la distribución de estos depredadores en los diferentes cultivares, el cultivo de naranja dulce presento el mayor porcentaje de huevecillos con el 54,42 %, seguido de limón persa, con 29,24 % y mandarina con aproximadamente el 10 %.

La presencia de brotes tiernos es determinante para la incursión de los adultos de *D. citri*. (Cheslavo 2009, García 2009a, Preza 2011, Sandoval *et al* 2010), ya que en los brotes tiernos es en donde completa su ciclo biológico lo anterior, afirma que la brotación presentada en los sitios durante esta investigación fue indispensable para presencia de este insecto, por su parte Preza (2011) menciona que las poblaciones pueden aumentar cuando existe una alta disponibilidad de brotes tiernos.

En esta investigación se necesitó la presencia de brotes tiernos para encontrar enemigos naturales de *Diaphorina citri* lo anterior concuerda con el trabajo realizado por Aguilar *et al* (2011). Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* y enemigos naturales en toronja en la Zona Central Costera de Veracruz, donde afirma que la presencia de enemigos naturales en brotes infestados permite que se exprese el control biológico de *D. citri*.

Según Cañedo y Ames (2004), la mayor parte de los insectos que atacan a las plantas cultivadas tiene enemigos naturales que los parasitan y matan, produciendo así una reducción considerable en su población, como el uso de depredadores, parásitos y hongos entomopatógenos, por otra parte Gutierrez *et al.* (2013). En su trabajo de control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México, menciona que una alternativa ante esta problemática es el uso de organismos benéficos, como son los depredadores, entomopatógenos y parasitoides que brindan la regulación de la plaga debido a la relación denso dependiente que establecen, y no son nocivos para el ser humano y no contaminan. En el trabajo realizado se encontraron 10 especies de enemigos naturales entre nueve depredadores y un parasitoide que mantiene en equilibrio en el control de *Diaphorina citri* en los sitios de estudio se pudo demostrar en esta investigación realizada.

Índice de Shannon- Wiener

El Índice de Shannon- Wiener presento los valores siguientes para la finca 1, el cultivo de limón 1.798, mandarina 1.7 y naranja 1.451; Para la finca 2, el cultivo de limón presento un índice de 1.63, mandarina 1.476, y naranja 1.38 de diversidad,

Los valores obtenidos mediante el índice de Shannon- Wiener, oscilaron entre 1.3 y 1.8, evidenciando una baja diversidad de especies en cada cultivo, de acuerdo al criterio de evaluación, que indica que valores cercanos a 1, representan poca diversidad y valores cercanos a 5 alta diversidad (Moreno 2001) ya que la mayoría de individuos pertenecen a una misma especie como: *Tamarixia radiata*, *Chrysoperla* y *sp Ceraeochrysa sp.* (Cuadro 16).

Índice de Simpson

Otra medida importante a aplicar es el índice de Simpson que evalúa la abundancia de especies más comunes, y no su riqueza, es decir sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies (Smith y Smith 2001, Orellana 2009).

Al aplicar el índice de Simpson como un índice de contraste para medir la dominancia se obtuvo los siguientes valores (cuadro 16), para la finca 1 y 2, el índice de Simpson fue de 0.7981 en limón, 0.7937 en naranja y 0.7037 en mandarina (Finca El Trapiche) y 0.7563 en limón, 0.7396 en naranja y 0.697 en mandarina (Finca Los Planes), siendo estos

valores más cercanos a 1 que a cero lo cual indica que existe baja diversidad coincidiendo con los resultados del Índice de Shannon-Wiener.

Lo anterior se confirma puesto que la diversidad de especies en la finca 1 y 2 es baja, indicando cierta dominancia ejercida por tres especies (*Tamarixia radita*, *Chrysoperla sp* y *Ceraeochrysa sp*) con base en su mayor abundancia observada en cada finca, en comparación al resto cuyos valores oscilaban entre 5 y 43 individuos en total, por esta razón los datos obtenidos demuestran una baja diversidad de especies según (cuadro 7).

VII. CONCLUSIONES

- ✓ Los principales enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en dos fincas citrícolas en el Departamento de San Salvador fueron *Chrysoperla sp*, *Tamarixia radiata* y *Ceraeochrysa sp* registradas en los ocho muestreos del presente trabajo.
- ✓ En este estudio se identificaron diez especies de enemigos naturales de *D. citri*, de los cuales ocho son reportados como depredadores pertenecientes a dos familias: *Cycloneda sanguinea*, *Olla v-nigrum*, *Hyperaspis sp*, *Chillocorus cacti*, *Scymnus sp*, y *Azya sp* (Coleoptera: Coccinellidae); *Chrysoperla sp* y *Ceraeochrysa sp* (Neuroptera: Chrysopidae) y un parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae). Y una especie del Orden coleóptera que no fue posible identificar familia y género, por lo tanto no puede determinarse si tiene relación de enemigo natural de *D. citri* o si solo forma parte de la entomofauna acompañante, sin embargo se incluyó en el estudio por su considerable abundancia.
- ✓ La distribución de especies fue homogénea para las dos fincas, las cuales presentaron igual riqueza de especies, 10 en total respectivamente; Sin embargo la diversidad alfa para cada finca fue baja, de acuerdo a los valores cercanos a 1.5 obtenidos por el índice de Shannon-Wiener, coincidiendo con los resultados del índice de Simpson cuyos valores se aproximan a 1 lo cual indica poca diversidad de especies, lo cual se explica en cierta dominancia de tres especies *Tamarixia radiata* 32%, *Chrysoperla sp*, 31%, y *Ceraeochrysa sp* con 17% con base a su abundancia en comparación al resto. Los resultados obtenidos durante la presente investigación son los primeros que se realizan en el Departamento de San Salvador, El Salvador.

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Es importante dar seguimiento a la investigación sobre enemigos naturales de *Diaphorina citri*, por ser el vector de la Bacteria *Candidatus liberibacter*, que causa la terrible enfermedad del Huan Long Bing. Que afecta a los cítricos, hasta causar la pérdida totalmente de este rubro tan importante para nuestro país.
- ✓ Se deben realizar estudios que completen la siguiente etapa de esta investigación en otros departamentos de El Salvador, para poder obtener datos más profundos sobre el enemigo natural de *Diaphorina citri* de esta manera se logrará conocer dichos controladores y el comportamiento de los mismos en cada lugar, para establecer programas de control biológico que garantice la baja población de la plaga de *D. citri* y la erradicación de la enfermedad del HLB.
- ✓ Es importante tomar en cuenta que para poder llevar a cabo un control biológico efectivo se debe tener antecedentes de enemigos naturales referentes al país de la plaga en estudio.
- ✓ Se sugiere un estudio más profundo sobre la acción de control biológico de *D. citri*, que ejerce cada especie enlistada en este estudio mediante el desarrollo In Vitro del ciclo Biológico de *D. citri* y su entomofauna acompañante para la determinación de sus enemigos naturales.
- ✓ Con base a lo anterior se recomienda que en futuras investigaciones se prueben otros métodos para la colecta de enemigos naturales de *Diaphorina citri*, con la finalidad que sean más exitosos, ya que es necesario considerar el papel tan importante que juegan estos depredadores y parasitoides en el control biológico que de manera natural se obtienen sin causar desequilibrio al ecosistema, evitando el uso de químicos.
- ✓ Técnicos de Vigilancia Fitosanitaria de la División General de Sanidad Vegetal (DGSV), de El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). deben procurar crear conciencia a los cítricos y trabajar en conjunto para promover el uso de enemigos naturales y dar a conocer la importancia de estos y de las investigaciones científicas que ahí se desarrollen, para que ellos puedan apoyar a los investigadores ya que sería de gran beneficio para sus cultivos.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar-Román, L., Villanueva-Jiménez, A., Cabrera-Míreles, H., Díaz-Criollo, A., Canela-Castellano, J., Pérez-Aguilar, W., 2011. Dinámica Poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), y Enemigos Naturales en Toronja en la Zona Central Costera de Veracruz, México.
- Alatorre Rosas R., 2013. Hongos Entomopatógenos alternativa en el manejo de insectos plagas, Colegio de Post Graduado de Fitosanidad, México.
- Alemán, J., Baños H., Ravelo J., 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad Huang Long Bing: una combinación destructiva para la producción cítrica. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
- Amigos de la tierra El Salvador (CESTA s.a.). Manejo agroecológico de árboles frutales y forestales.
- Baeza Nahed, U. 2008. Parasitoides del minador de la hoja de los cítricos y del Psílido asiático en la costa de Oaxaca, México. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias.
- Baires Bou, F., Magaña Sandoval, M., Paz Fuente, J., 2006 “Estudio de factibilidad para el cultivo del limón pérsico como alternativa de diversificación agrícola en la zona del Municipio de Santiago Texacuangos, departamento de San Salvador”. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Administración de Empresas. El Salvador.
- Bove, J. M. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*.
- Cañedo V. y Ames T., 2004., Manual de Laboratorio para hongos entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.
- Carballo, M., y Guaharay F., 2004. Manual Técnico. Control Biológico de Plagas Agrícolas. Managua, Nicaragua.
- Casaca, A., 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Proyecto de Modernización de los Servicios de Transferencia de Tecnología Agrícola (PROMOSTA).
- Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE). 2011. Plan Regional de contención del Huan Long Bing de los cítricos.
- Cheslavo A. Korytkowski, Sci.Dr. 2009. Protocolo para el Monitoreo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera, Psyllidae).

- Fernández, M. y Miranda, I. 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte III: Relación entre el ciclo de vida y el brote vegetativo foliar.
- Fonseca, O., Valera, N., Vásquez, C., 2007. Registro y ciclo de vida de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en tres hospedero en el estado de Lara, Venezuela.
- French Eduardo R, y Herbert Teddy T, 1990. Métodos de investigación fitopatológica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.
- García Darderes, C. 2009a. *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae), vector de la bacteria que causa el Huang Long Bing (HLB – Greening). Buenos Aires, Argentina.
- García Darderes, C. 2009b. Distribución geográfica de *Diaphorina citri* Kuwayama. Buenos Aires, Argentina.
- Gave, R., 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Primera edición. Tegucigalpa. Honduras.
- Gómez, H. D. (2008). Experiences on HLB (Huanglongbing) symptoms detection in Florida. I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (Candidatus *Liberibacter* spp.) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Hermosillo. Sonora. México.
- Gonzales, C., Hernández, D., Cabrera, R., Tapia, J., 2003. *Diaphorina citri*. Kuwayama, inventario y comportamiento de los enemigos naturales en la citricultura cubana. Cuba.
- González, G., 2006. Los Coccinellidae de Chile [online]. Disponible en World Wide Web: <http://www.coccinellidae.cl>.
- González, G., 2007. Los Coccinellidae de Perú [online]. Disponible en World Wide Web:<http://www.coccinellidae.cl/paginasWebPeru/Paginas/InicioPeru.phprldwid>
- González, G., 2009. Los Coccinellidae de Argentina [online]. Disponible en World Wide Web: <http://www.coccinellidae.cl/paginasWebArg>.
- González, G., 2010. Los Coccinellidae de Paraguay [online]. Disponible en World Wide Web: <http://www.coccinellidae.cl/Paginas/paginasWebPar>
- González, G., 2014. Los Coccinellidae de Venezuela [online]. Disponible en World Wide Web: <http://www.coccinellidae.cl/paginasWebVen/Paginas/InicioVen.php>.

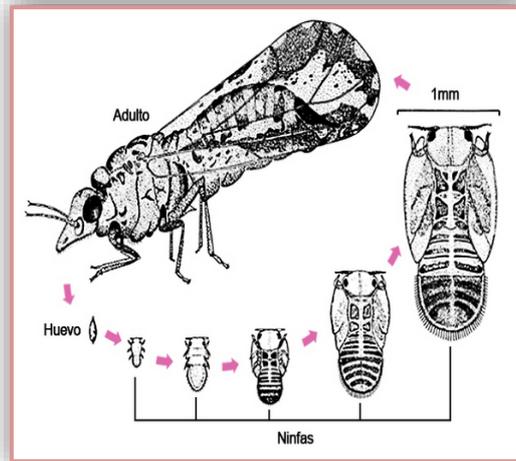
- Gutiérrez-Ramírez, A., Robles-Bermúdez, A., Santillán-Ortega, C., Ortiz-Catón, M., Cambero-Campos, O.J., 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México.
- Hernández Sánchez, F., Rodríguez Ramos, O., Siliézar García, C., 2003. Determinación del tiempo de floración a fruto de limón pérsico (*Citrus latifolia*. Tan.) En diferentes pisos altitudinales. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. El Salvador.
- Lellani Baños, H., Alemán, J., Martínez, M., Miranda, I., Rodríguez, R., Suris, M., Ravelo, J., 2012. Ciclo y tablas de vida horizontal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) sobre *Muralla paniculata*. L. La Habana, Cuba.
- Lozano Contreras, M., y Jasso Argumedo, J., 2012. Identificación de Enemigos Naturales de *Diaphorina citri* Kuwayana (Hemiptera: Psyllidae) en el Estados de Yucatán, México.
- Macías-Rodríguez, C., Santillán-Ortega, C., Robles-Bermúdez, A., Isiordia-Aquino, N., Ortiz-Catón, M., 2013. Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa en “La Fortuna”, Nayarit, México.
- Mann, R., Ali, J., Hermann, S., Tiwari, S., Pelz-Stelinski, K., Alborn, H., & Stelinski, L. (2012). Induced Release of a Plant-Defense Volatile ‘Deceptively’ Attracts Insect Vectors to Plants Infected with Bacterial Pathogen PLoS Pathogens, 8:3.
- Mara, H. y Peirou, M. 2010 la citricultura de Argentina y Uruguay puede escapar a la amenaza del HLB, informe ejecutivo de consultoría.
- Martínez-Carrillo, J. 2008. Ficha Técnica *Diaphorina citri* Kuwayama Psílido asiático de los cítricos. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.
- Martínez, W., Vargas, A., Yanes, M., 2009. Creación de una guía informativa mercadológica para productores salvadoreños del sector agroindustria frutícola utilizándose para comercialización de productos procesados en el mercado nacional. Para optar el grado de: Licenciada en Mercadotecnia y Licenciado en Administración de Empresas.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2013. Zonificación Ambiental y uso de Suelo de la Subregión Metropolitana de San Salvador (SRMSS).

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2002. Guía técnica del cultivo de limón pérsico.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2011a. Área de Vigilancia Fitosanitaria. Dirección General de Sanidad Vegetal, División de Vigilancia y Certificación de Producción Agrícola (Sin publicar).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2011b. Naranja *Citrus Sinensis*, L.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (Sin año). Oportunidades de Inversión en El Salvador. Marco de la política de apoyo a la diversificación Agropecuaria. Programa Nacional de Frutas, FRUTALES/MAG/IICA/FANTEL.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2012. Área de Vigilancia Fitosanitaria. Dirección General de Sanidad Vegetal, División de Vigilancia y Certificación de Producción Agrícola (Sin publicar).
- Murillo Cuevas, F., & Cabrera Mireles, H., 2010. Enemigos Naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en la Región Centro de Veracruz. México.
- Nájera Rincón, M. y Souza, B. 2010. Insectos Beneficiosos, Guía para su Identificación. Primera Edición. México.
- Ñique, M. 2010. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Orellana L. O. 2009, Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de Sacta, universidad mayor de San Simón, facultad de ciencias agrícolas forestales y veterinarias, escuela de ciencias forestales, Cochabamba Bolivia.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2009a. Manual Técnico Buenas Prácticas del Cultivo de Limón.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), 2009b. Plan Regional de Contingencia para la prevención y contención del Huang Long Bing o Greening de los cítricos en los países miembros de OIRSA.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2011. Apoyo a los países miembros del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) para el control del Huang Long Bing de los cítricos.

- Pérez Consuegra, N. 2004. Manejo ecológico de plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de La Habana Autopista Nacional, km 23, San José, La Habana, Cuba.
- Preza Durán, A. 2011. “Enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) En tres sitios del estado de Veracruz. México”. Trabajo de experiencia recepcional.
- Ramos M, 2001. Gestión de espacios naturales. Medición de la Biodiversidad. Curso de ecología de plagas.
- Ramos Méndez, C. 2011. Huang Long Bing (“Citrus greening”) y el psílido asiático de los cítricos, una perspectiva de su situación actual. Oficial Agro sanitario de OIRSA en México.
- Robles García, P. 2008. Dirección de protección fitosanitaria. Manual técnico para la detección de Huang Long Bing de los cítricos. México.
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., Robles-Bermúdez, A., Carvajal-Cazola, C. & Estrada-Virgen, O., 2012. Enemigos Naturales Asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México.
- Salcedo, D., Mora. G., Covarrubias, I., Cíntora, C., Hinojosa, R., Depaolis, F., Mora, S., 2011. Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos Huang Long Bing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. México.
- Sandoval-Rincón, J., Curti-Díaz, S., Díaz-Zorrilla, U., Medina-Urrutia, V., Robles-González, M., 2010. Alternativas para el manejo de Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) Tecomán, Colima.
- Santos Morales, I. 2013. Monografía del Huang Long Bing (*Candidatus liberibacter*) de los cítricos. Trabajo de experiencia recepcional. Veracruz, México.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), 2013. Huang Long Bing de los cítricos. México.
- Smith, R. y T. Smith 2001, Ecología 4ª Edición, Editorial Addison Wesley Longman, Madrid.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), 2011. Ficha técnica de HLB, Huang Long Bing. México.
- Vanegas, M. 2002. Guía Técnica Cultivo de Limón Pérsico. Programa Nacional de Frutas de El Salvador. El Salvador.

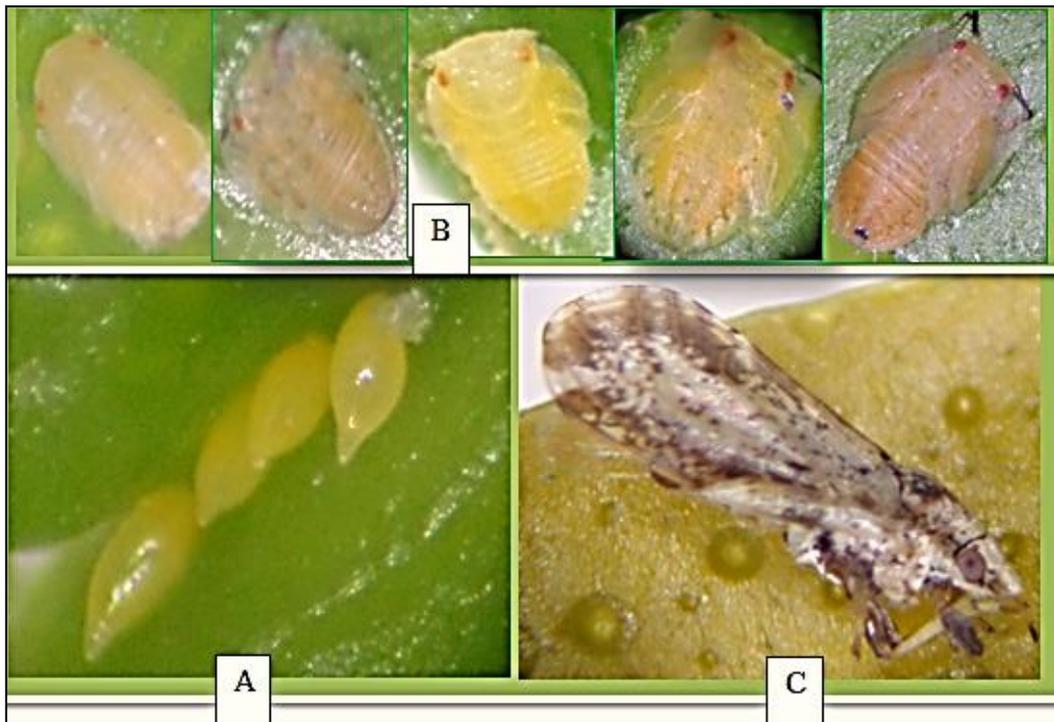
- Vázquez, L., Matienzo, Y., Veitía. M., Simonetti, J., 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas en Cuba. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAN), Ciudad de la Habana. Cuba.
- Vázquez, L. 2008. Manejo integrado plagas. Preguntas y respuestas para técnicos y agricultores. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAN), Ciudad de la habana. Cuba.
- Vázquez, L. 2010. Boletín fitosanitario Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAN), Ciudad de la habana. Cuba.

X. ANEXOS



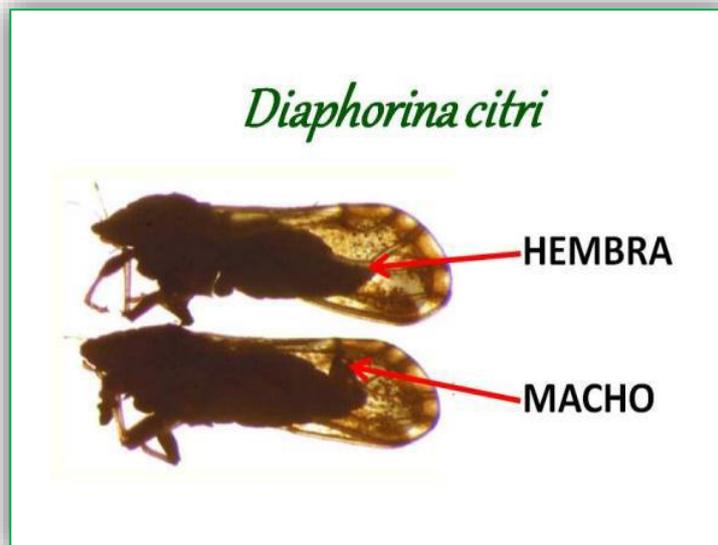
Anexo 1. Estados ninfales de *Diaphorina citri* de 20 a 47 días de vida promedio.

Fuente: Preza 2011.



Anexo 2. Ciclo de vida de *Diaphorina citri*: A- Huevecillos sobre brote tierno vegetativo, B- Estadios ninfales y C-Adulto.

Fuente: Rosmeri Hemández 2015.



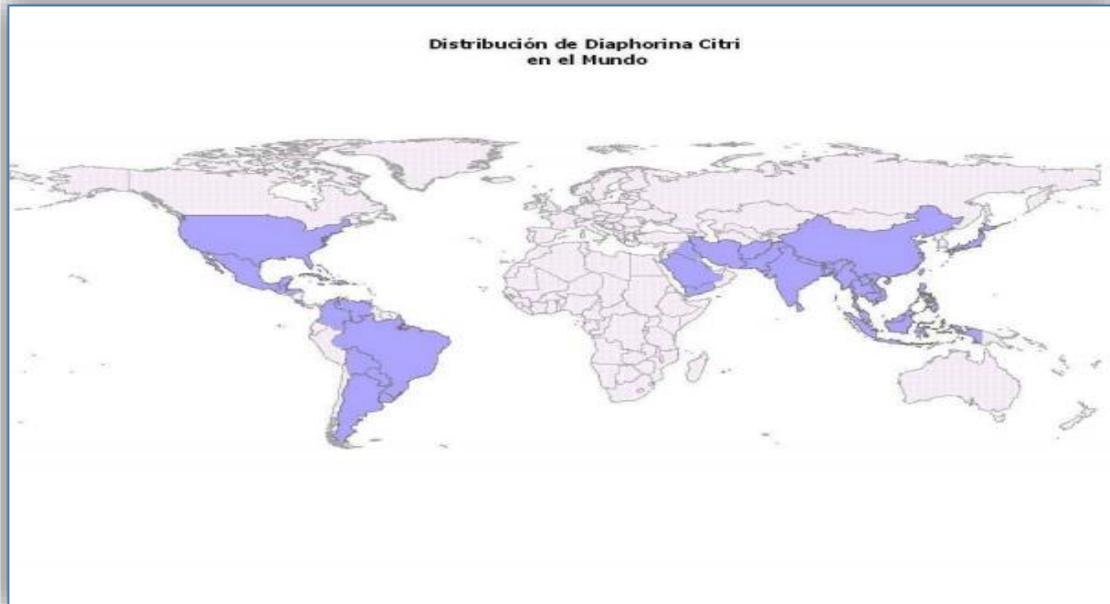
Anexo 3. Diferenciación de sexos en adultos de *Diaphorina citri*

Fuente: Preza 2011.



Anexo 4. Posición de *Diaphorina citri*. Sobre el brote vegetativo.

Fuente: Preza 2011.



Anexo 5. Distribución geográfica mundial de *Diaphorina citri*.

Fuente: García 2009b.



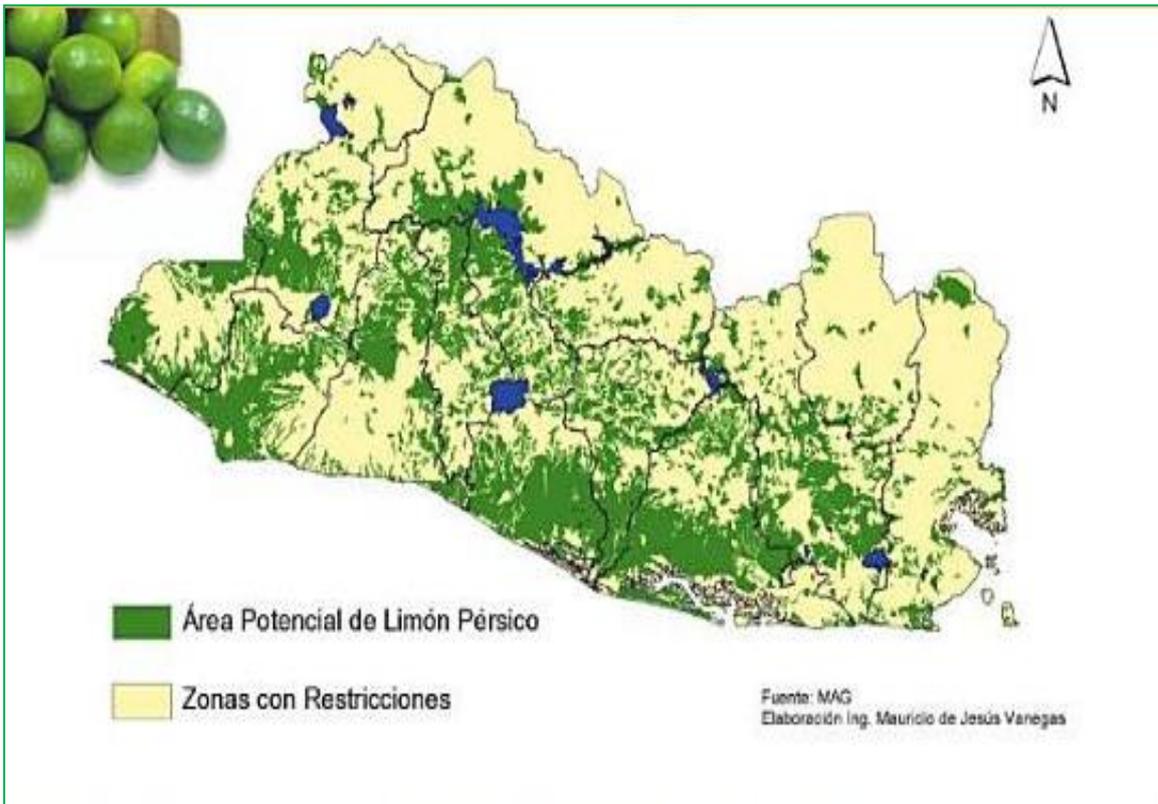
Anexo 6. Presencia de *Diaphorina citri* a Nivel Nacional.

Fuente: MAG 2011.

Anexo 7. Presencia de *Diaphorina citri* en El Salvador para el año 2011.

Presencia de la <i>Diaphorina citri</i> en El Salvador para el año 2011			
Zona	Departamento	Puntos Inspeccionados	Presencia de <i>D. citri</i>
Occidental	Ahuachapán	33	6
	Sonsonate	25	6
	Santa Ana	74	3
Central	La Libertad	59	2
	San Salvador	35	3
	Cuscatlán	18	15
	La Paz	53	2
	Chalatenango	38	3
	San Vicente	3	5
	Cabañas	9	0
Oriental	Usulután	18	6
	San Miguel	20	0
	Morazán	10	2
	La Unión	26	0
Total		421	53

Fuente: MAG 2011.



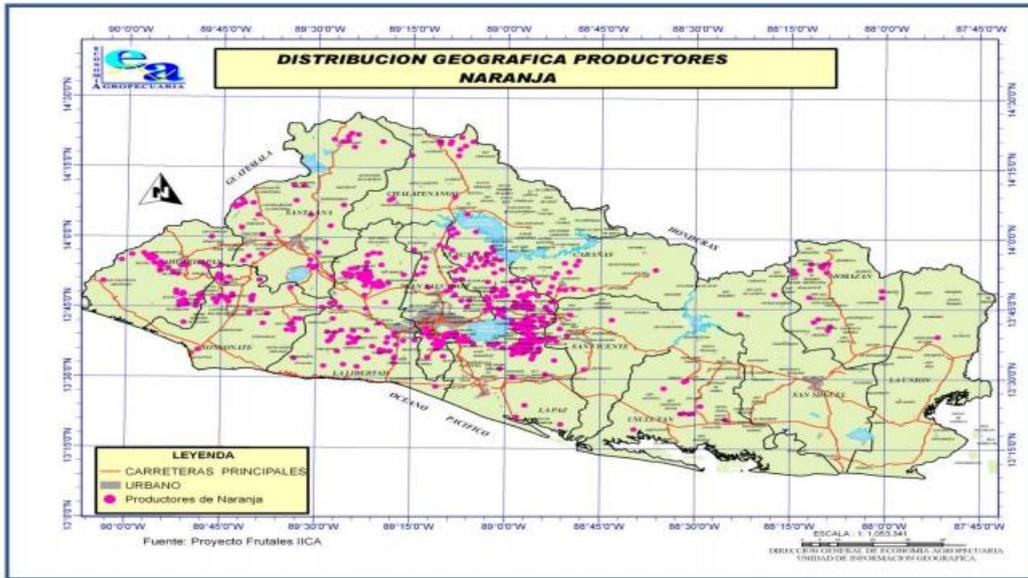
Anexo 8. Zona potencial para el cultivo de limón pérsico.

Fuente: MAG 2011.

Anexo 9. Zonas aptas para el cultivo de Mandarina en El Salvador



Fuente: MAG s.a.



Anexo 10. Zonas de producción del cultivo de Naranja en El Salvador.

Fuente: MAG. 2011.

