UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

"IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE INSECTOS Y HONGOS BENÉFICOS ASOCIADOS A *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN PLANTAS TRASPATIO (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) DEL CANTÓN CATAMAYO"

Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Marlon Vinicio Erráez Aguilera.

DIRECTOR:

PhD. Marina Mazón Morales.

LOJA – ECUADOR

2019

AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Carrera de Ingeniería Agronómica

Loja, 30 de mayo 2019

Por medio de la presente **CERTIFICO** que el Sr **Marlon Vinicio Erráez Aguilera** con número de identidad 1900673656, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agronómica, ha culminado el proyecto de tesis titulado **Identificación y evaluación de la incidencia de insectos y hongos benéficos asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en plantas traspatio (*Citrus* sp y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo** dentro del cronograma aprobado. Además, cumplo en informar que he revisado y aprobado el documento final de tesis, por lo que autorizo la continuación de los trámites de graduación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente:

Marina Mazón Morales, PhD.
Directora de tesis
Ci: 0151669991

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Una vez cumplida la reunión del Tribunal de calificación del trabajo final de Tesis: **"IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE INSECTOS Y HONGOS BENÉFICOS ASOCIADOS A *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN PLANTAS TRASPATIO (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) DEL CANTÓN CATAMAYO"**, de autoría del señor Marlon Vinicio Erráez Aguilera, egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, se le propuso realizar algunas correcciones, mismas que ya han sido incluidas en el documento final.

En tal virtud nos permitimos certificar que el trabajo final consolidado de investigación está acorde a los requerimientos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto, se autoriza continuar con los trámites correspondientes.

Loja, 05 de julio de 2019.

.....

Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay Mg. Sc.

PRESIDENTE

.....

Ing. José Ramírez Romero Mg. Sc

VOCAL

.....

Ing. Klever Iván Granda Mora Mg. Sc

VOCAL

AUTORÍA

Yo, **MARLON VINICIO ERRÁEZ AGUILERA,** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Marlon Vinicio Erraez Aguilera.

Firma: .....

Cedula: 1900673656

Fecha: 11 de julio del 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **MARLON VINICIO ERRÁEZ AGUILERA**, declaro ser autor de la tesis titulada "**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE INSECTOS Y HONGOS BENÉFICOS ASOCIADOS A *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN PLANTAS TRASPATIO (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) DEL CANTÓN CATAMAYO**", como requisito para optar al grado de **INGENIERO AGRÓNOMO**, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visualización de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional;

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la cuidad de Loja, a los once días del mes de julio de dos mil diecinueve, firma el autor.

Firma: .....

Autor: Marlon Vinicio Erráez Aguilera.

Cedula de Cédula: 1900673656

Correo Electrónico: mverraeza@unl.edu.ec

Dirección: Estaban Godoy; calles: Sgto. Chimborazo y Tnte. Geovanny Calles.

Celular: 0985993105

DATOS COMPLEMENTARIOS.

Director de Tesis: PhD. Marina Morales Mazón.

Tribunal de Grado: **Presidente:** Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay Mg.Sc

Vocal: Ing. José Ramírez Romero Mg.Sc

Vocal: ing. Klever Iván Granda Mora Mg.Sc

AGRADECIMIENTO

Me faltarían páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en esta etapa de mi vida y que me han venido apoyando en el transcurso de este proceso de formación profesional.

En primera instancia agradezco a Dios, por brindarme una nueva oportunidad de vida, por bendecir mi camino, por ser mi guía y compañía. Merecen un agradecimiento exclusivo mis Padres, Hermanos, que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible, a mis amigos Tania y Richard por haber compartido alegrías y tristezas.

Mi más profundo agradecimiento a los directivos y docentes de la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica los mismos que durante mis años de estudio aportaron con valiosos conocimientos, en especial dirijo mi sincero agradecimiento a la PhD. Marina Mazón Morales, quien con su calidad humana y capacidad intelectual supo orientarme exitosamente en la planificación, ejecución y supervisión de la presente investigación.

De la misma manera agradecer a la institución AGROCALIDAD, por brindarme la oportunidad de investigar sobre un tema de mi preferencia y por financiar parte del trabajo de investigación. Al Ing. Henry Troya, Ing. Doris Valarezo, y a todo en personal por brindarme su confianza, ayuda desinteresada y por fomentar el mejor ambiente de trabajo.

Por esto y mucho más a todos, mi eterna gratitud.

El Autor

DEDICATORIA

Para mi papito Flavio Erráez y mamita Gladis Aguilera,
quienes trabajaron arduamente para concederme este logro,
para mis hnos. Marco Erráez y Nairobi Erráez
por su compañía y apoyo incondicional,
para ti sobrino Charlie Cabrera Erráez,
para que triunfes en tu vida y te conviertas en una persona de éxito,
y para mi toda mi familia "Aguilera"
quienes me han brindado los mejores momentos…

Marlon Erráez Aguilera

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS ii

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO iii

AUTORÍA iv

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS v

AGRADECIMIENTO vi

DEDICATORIA vii

ÍNDICE DE TABLAS x

ÍNDICE DE FIGURAS xi

ÍNDICE DE ANEXOS xiv

RESUMEN xvi

ABSTRACT xvii

1 Introducción 1

1.1 Objetivo General: 2

1.2 Objetivos Específicos: 2

2 Revisión de Literatura 4

2.1 Psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) 4

2.1.1 Clasificación Taxonómica. 4

2.1.2 Ciclo de Vida de *Diaphorina citri* 4

2.1.3 Síntomas y daños 6

2.2 Biología de *Candidatus* Liberibacter. Etiología y sintomatología del Huanglongbing ... 7

2.3 Uso de enemigos naturales de *Diaphorina citri* como controladores biológicos 8

3 Materiales y Métodos 12

3.1 Muestreo de Insectos Benéficos. 14

3.2 Muestreo de Hongos Benéficos. 15

3.3 Evaluación de la Eficiencia de Organismos Benéficos. 16

4 Resultados 17

4.1 Insectos benéficos asociados a *Diaphorina citri.* 17

4.1.1 Depredadores. 19

4.1.2 Parasitoides. 30

4.2 Hongos entomopatógenos asociados a *Diaphorina citri.* 33

4.3 Incidencia en campo de los enemigos naturales. 35

5 Discusión 37

6 Conclusiones 41

7 Recomendaciones 42

8 Bibliografía 43

9 Anexos. 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ninfas de *Diaphorina citri* y enemigos naturales, registrados en el cantón Catamayo durante el periodo de muestreo noviembre 2018 – febrero 2019.. 18

Tabla 2. Tasa de parasitismo y número de ninfas de *Diaphorina citri* colectadas durante el periodo de muestreo noviembre 2018 – febrero 2019. 36

Tabla 3. Tasa de infestación de los hongos benéficos obtenidos a partir del aislamiento de adultos de *Diaphorina citri*. 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases del desarrollo de *Diaphorina citri.* **a**. Huevos. **b**. Estados ninfales. **c**. Ninfa de 5to instar. **d**. Adulto. **Fuente**: Imagen **a** y **b** (COSAVE, 2013a) Imagen **c** y **b** (Botero *et al*., 2014)..... 6

Figura 2. Excesos de azucares secretados por ninfas de *Diaphorina citri* (Vergara, 2017)..... 7

Figura 3. Mapa de Catamayo. Lugares donde se han reportado los focos infecciosos de *Diaphorina citri* (iconos amarillos). **Fuente:** Google Earth, 2018. 12

Figura 4. Enemigos naturales asociados con *Diaphorina citri* en Catamayo**. a**. *Azya orbigera* **b.** *Cheilomenes sexmaculata* **c**. *Hyperaspis esmeralda* **d**. *Hippodamia convergens* **e**. *Paraneda palludula* **f**. *Pentilia* sp **g**. *Rodolia Cardinalis* **h**. *Hyperaspis onerata* **i**. *Diomus* sp (Fotografías: Guillermo González F.) **j**. *Chrysopa* spp **k**. *Orius* spp **l**. *Diaphorencyrtus* sp. **m**. *Tamarixia radiata* (Lab. Entomología. AGROCALIDAD).. 17

Figura 5. Depredadores de *D. citri*. **a.** Posturas de Coccinélidos. **b** y **c.** Larvas de Coccinélidos. **d**. Posturas de *Chrysopa* sp. **e**. Larva de *Chrysopa* sp. **f.** Larva de Coccinélido atacando ninfa de *D. citri*. **g.** Larva de *Chrysopa* sp atacando ninfa de *D. citri*. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 19

Figura 6. *Azya orbigera* ecuadorica: **a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Antena. **d.** Mandíbula y palpos maxilares. **e.** Tibias anteriores. **f.** Epipleura**. g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD)..... 20

Figura 7. *Cheilomenes sexmaculata.* **a.** Vista dorsal. **b** Cabeza y pronoto. **c.** Vista ventral. **d.** Antena**. e.** Palpos maxilares. **f.** Mandíbula.**g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 21

Figura 8. *Hyperaspis esmeralda*. **a.** Vista dorsal. **b** Cabeza y pronoto. **c.** Vista ventral. **d.** Antenas. **e.** Palpos maxilares. **f.** Mandíbula**. g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 22

Figura 9. *Hippodamia convergens*. **a.** Vista dorsal. **b** Vista ventral. **c.** Antena. **d.** Palpos maxilares. **e.** Garras. **f.** Abdomen. (Lab. Entomología AGROCALIDAD)..... 23

Figura 10. *Paraneda pallidula***. a.** Vista dorsal. **b** Pronoto. **c.** Antena. **d.** Mandíbulas. **e.** Palpos maxilares. **f.** Epipleura. **g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 24

Figura 11. *Pentilia* sp**. a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Ojos. **d.** Antena. **e.** Palpos maxilares. **f.** Mandíbulas. **g.** Prosterno. **h.** Segmentos Abdominales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 25

Figura 12. *Rodolia cardinalis*. **a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Pronoto. **d.** Antena. **e.** Mandíbulas. **f.** Palpos maxilares. **g.** Segmentos abdominales. **h.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 26

Figura 13. *Hyperaspis onerata*. **a.** Vista dorsal. **b.** Pronoto. **c.** Vista ventral. **d.** Antena. **e.** Palpos maxilares y mandíbula. **f.** Uñas tarsales. **g.** Epipleura. **h.** Segmentos abdominales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD)..... 27

Figura 14. *Diomus* sp. **a.** Vista dorsal. **b.** Antena. **c.** Palpos maxilares. **d.** Epipleura. **e.** Segmentos abdominales. **f.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 28

Figura 15. *Orius* sp**. a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Hemiélitros. **d.** Aparato bucal. **e.** Antenas. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 29

Figura 16. Constatación de la presencia de parasitoides en los muestreos: **a.** Ninfa momificada de *Diaphorina citri*. **b**. Ninfa momificada con orificio de emergencia del parasitoide

Diaphorencyrtus sp. **c.** Adulto de *Tamarixia radiata* emergiendo de la ninfa de *D. citri*. **d.** Adulto de *Diaphorencyrtus* sp., emergiendo de la ninfa de *D. citri*. **e.** Huevos de *Chrysopa* sp., parasitados por *Telenomus* sp. **f.** Adulto de *Telenomus* sp. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 30

Figura 17. *Diaphorencyrtus* sp. **a.** Vista lateral. **b**. Pronoto, mesoscutum y esculeto. **c.** Triángulo ocelar. **d.** Antena. **e.** Ovipositor. **f.** Alas anteriores. **g.** Mesopleura. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 31

Figura 18. *Tamarixia radiata* **a.** Vista lateral. **b**. Alas anteriores y posteriores. **c.** Mesoscutum y escutelo. **d.** Antena. **e.** Espolón de la tibia media. **f.** Vena estigmal. (Lab. Entomología AGROCALIDAD). 32

Figura 19. Resultados del aislamiento de adultos de *Diaphorina citri* en PDA y Cámara húmeda. **a.** Colonias de Hongos. **b**. Adulto sin micosamiento. **c**. Colonia de *Cladosporium* sp. **d**. Colonia de *Fusarium* sp. **e.** Colonia de *Aspergillus* sp. **f.** Colonia de *Alternaria* sp. (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD). 33

Figura 20. Estructuras microscópicas del hongo *Cladosporium* sp. **a.** Clave Taxonómica. **b.** Cuerpo fructífero. **c.** Esporas (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD). 34

Figura 21. Estructuras microscópicas del hongo *Fusarium* sp. **a.** Clave Taxonómica. **b** y **c.** Esporas (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD). 34

Figura 22. Estructura microscópica del hongo *Aspergillus* sp. **a.** Clave Taxonómica. **b.** Cuerpo fructífero y esporas. (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD). 34

Figura 23. Estructura microscópica del hongo *Alternaria* sp**. a.** Clave Taxonómica. **b** y **c.** Esporas (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD). 35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Salida de campo. **a.** Captura de adultos de *Diaphorina citri* y enemigos naturales. **b.** Inspección de brotes. 53

Anexo 2. Vasos con tela de polipropileno donde se colocaron los brotes para la emergencia de parasitoides de *Diaphorina citri.* 53

Anexo 3. Emergencia del parasitoide *Diaphorencyrtus* sp. 54

Anexo 4. Emergencia de depredadores. **a.** Ninfas de depredadores. **b.** Adultos de depredadores en alcohol al 70 %. 54

Anexo 5. Aislamiento de adultos de *D. citri* en medio PDA y en cámara húmeda para la formación de colonias de hongos entomopatógenos. 54

Anexo 6. Identificación de enemigos naturales de *D. citri*..... 55

Anexo 7. Socialización de resultados con los estudiantes del Cuarto Ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica.. 55

Anexo 8. Insectos controladores de poblaciones de ninfas de *Diaphorina citri* colectados durante el periodo de muestreo noviembre 2018 – febrero 2019. 56

Anexo 9. Tríptico para la socialización de resultados. 58

“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE INSECTOS Y HONGOS BENÉFICOS ASOCIADOS A *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN PLANTAS TRASPATIO (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) DEL CANTÓN CATAMAYO”

RESUMEN

En los últimos años la citricultura mundial se encuentra amenazada por la presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, un insecto perjudicial por ser portador de la bacteria *Candidatus* Liberibacter, causante de la enfermedad Huanglongbing (HLB), que ha provocado la devastación de plantaciones y reducción de la producción de cítricos en todo el mundo. En el 2017 se reporta la presencia de *D. citri*, en plantas traspatio del cantón Catamayo, aun así, no se han detectado síntomas del HLB. La presente investigación tuvo por objetivo identificar los enemigos naturales (depredadores, parasitoides y hongos) asociados a *Diaphorina citri*, y evaluar su incidencia en campo en el cantón Catamayo, provincia de Loja, para ello se realizaron muestreos en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) de los sectores: Buenavista, Cementerio, Parque Primero de mayo, Trapichillo y El Guayabal. Los muestreos se realizaron a una altura de 1,5 m de la planta en los cuatro puntos cardinales de la planta, colectándose larvas y adultos de depredadores, ninfas parasitadas y adultos de parasitoides, así como adultos de *D. citri* para el aislamiento de hongos. Como resultado de la identificación en laboratorio se determinó la presencia de 11 especies depredadoras (principalmente *Cheilomenes sexmaculata* y *Chrysopa* sp), dos especies de parasitoides (*Diaphorencyrtus* sp y *Tamarixia radiata*) y cuatro especies de hongos (*Cladosporium* sp, *Fusarium* sp, *Aspergillus* sp y *Alternaria* sp). *Diaphorencyrtus* sp tuvo una tasa de parasitismo del 7,76 %. Estas especies podrían utilizarse para establecer programas de control biológico, aprovechando su potencial como reguladores de poblaciones de ninfas *de Diaphorina citri.*

ABSTRACT

In recent years the global citrus industry has been threatened by the presence of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri*, a harmful insect carrying the *Candidatus* Liberibacter bacterium that which causes the Huanglongbing disease (HLB), which has caused the devastation of plantations and reduction of citrus production worldwide. In 2017, the presence of *D. citri* was reported in backyard plants of Catamayo; however, no symptoms of HLB have been detected. The aim of this research was to identify the natural enemies (predators, parasitoids and fungi) associated with *Diaphorina citri*, and to evaluate its incidence in the countryside in Catamayo, province of Loja, for which backyard plants samples were taken (*Citrus* sp. *Murraya paniculata*) in: Buenavista, Cementerio, Parque Primero de Mayo, Trapichillo and El Guayabal. The samples were taken at a height of 1.5 m from the plant considering as well its cardinal points; larvae and adults of predators, parasitized nymphs and adult parasitoids, as well as adults of *D. citri* for the isolation of fungi were collected. As a result of lab analysis, the presence of 11 predatory species were identified (mainly *Cheilomenes sexmaculata* and *Chrysopa* sp), as well as two species of parasitoids (*Diaphorencyrtus sp and Tamarixia radiata*) and four species of fungi (*Cladosporium sp, Fusarium sp, Aspergillus sp and Alternaria sp*). *Diaphorencyrtus* sp had a parasitism rate of 7.76%. These species could be used to establish biological control programs, taking advantage of their potential as regulators of nymph populations of *Diaphorina citri*.

.

1 Introducción

Los cítricos son frutas altamente valoradas por sus propiedades nutricionales en especial por su alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C), presentan una producción a nivel mundial de más de 70 millones de toneladas (Zilch, 2016). Su producción supera la de todas las frutas de hoja caduca, tales como manzanas, peras, melocotones, ciruelas, etc., abarcando el 20% del mercado mundial de frutas (Lerma *et al* 2015).

En Ecuador el cultivo de cítricos en los últimos años se ha incrementado sustancialmente, aportando en gran parte a la economía del país (Yépez, 2015); la superficie cultivada de cítricos es de aproximadamente 22 mil hectáreas de las cuales se obtiene una producción de 104 mil toneladas, siendo la naranja y el limón los cultivos de cítricos más representativos (ESPAC, 2016).

En la provincia de Loja, la naranja se cultiva en un área de 75 ha, y el limón en una superficie de 85 ha, de los cuales se obtiene una producción de 203 y 896 toneladas respectivamente (ESPAC, 2016). En el cantón Catamayo, el limón es el cítrico que aporta en gran parte a la economía familiar, puesto que se cultiva en 23 ha con una producción aproximada de 166,32 toneladas (29,85 % de rentabilidad) (Torres, 2012).

El cultivo de cítricos está expuesto a numerosos organismos fitopatógenos que causan pérdidas económicas en plantaciones en todo el mundo (Rodríguez y Mendoza, 2014). En los últimos años se ha centrado la atención en el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), que constituye una de las plagas más devastadoras para la citricultura mundial (Hernández *et al.*, 2013).

Las ninfas y adultos de *Diaphorina citri* causan cuantiosos daños, no solo extraen la savia y debilitan a la planta, también inyectan toxinas que inducen al enrollamiento de las hojas, impidiendo así el crecimiento normal de la planta y produciendo malformaciones foliares (Lenalli,

2012). Además, el daño más importante que causa es la trasmisión de la bacteria *Candidatus* Liberibacter, que es la causante de la enfermedad comúnmente conocida como "Huanglongbing" (HLB), y es considerada como la más devastadora en plantaciones de cítricos (Gottwald, 2010).

En Ecuador, se reporta por primera vez la aparición de *D. citri* en plantas de *Murraya exotica* a lo largo de una acera en Guayaquil (Cornejo y Chica, 2014). En Catamayo se han encontrado plantas de cítricos atacados por *D. citri*, aunque todavía no se ha registrado la bacteria causante del Huanglongbing (M. Pineda AGROCALIDAD Loja, com. pers., 2018).

La citricultura en Catamayo se podría ver amenazada por la presencia del psílido asiático *Diaphorina citri*, una plaga que en conjunto con el HLB han causado gran devastación de cítricos en algunos países donde la citricultura representa un rubro importante (Salcedo *et al.*, 2010; Pourreza *et al.*, 2015 y Domínguez, 2017), por lo que requiere ser controlada antes de su diseminación a huertos citrícolas. A fin de cumplir el propósito de esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General:

- Identificar insectos y hongos benéficos asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y evaluar su incidencia natural como iniciativa de control en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

1.2 Objetivos Específicos:

- Identificar insectos que atacan a *Diaphorina citri* Kuwayama en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

- Identificar hongos entomopatógenos aislados de los adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.
- Evaluar el porcentaje de incidencia natural de organismos benéficos que atacan a *Diaphorina citri* en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

2 Revisión de Literatura

2.1 Psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)

2.1.1 Clasificación Taxonómica.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Hexapoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Sternorrhyncha
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Liviidae
Género	*Diaphorina*
Especie	*Diaphorina citri* Kuwayama, 1908

Fuente: COSAVE, 2013a.

El psílido asiático tiene su origen en Asia y se encuentra ampliamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales (López *et al.*, 2013). En 1984 se reporta en Brasil, y a partir de ahí se ha distribuido y reportándose en otros países de América, tales como Argentina, Uruguay, Estados Unidos, Venezuela, Cuba, República Dominicana, Puerto Rico y Paraguay. Finalmente, en el 2013 es reportado en Ecuador (López *et al.*, 2013; Cornejo y Chica, 2014).

2.1.2 Ciclo de Vida de *Diaphorina citri*

El psílido asiático de los cítricos presenta una metamorfosis heterometábola o metamorfosis incompleta que comprende huevo, ninfa y adulto:

Huevo: Las hembras de *D. citri* colocan los huevos sobre los ápices, hojas y brotes en crecimiento, llegando a poner más de 800 huevos por hembra. La duración de la fase de huevo varía según la temperatura, de 9,7 días a 15 °C a 3,5 días a 28 °C (Botero *et al.*, 2014). Tienen

forma de almendra, elongados y anchos en la base (Figura 1a). Al principio su coloración es pálida, luego son amarillos, y finalmente cerca de la emergencia de las ninfas se tornan anaranjados (COSAVE, 2013a).

Ninfa: Son de poca movilidad, habitan en grupos y se desarrollan sobre brotes en crecimiento (COSAVE 2013a). El ciclo de la ninfa puede variar de 15 a 47 días dependiendo de la temperatura, siendo las más óptimas entre 25 y 28 °C. Tienen forma de escama, son de color amarillento, con ojos rojos bien definidos y aplanadas dorso-ventralmente.

Las ninfas pasan por cinco instares, que se diferencian por sus características morfológicas (Figura 1b): las ninfas de primer instar son elongadas, miden 0,30 mm de longitud, poseen dos segmentos en las antenas y dos garras en los tibiotarsos; las de segundo instar son de 0,49 a 0,72 mm de largo, poseen tecas alares desarrolladas y separadas, y tienen de siete a ocho pares de setas en el margen del abdomen; las de tercer instar son de 0,69 a 0,72 mm de largo, con tecas alares parcialmente superpuestas, y en el margen del abdomen poseen de 15 a 17 pares de setas; las ninfas de cuarto instar son de color amarrillo-marrón y miden de 0,98 a 1,05 mm de largo, las antenas poseen tres segmentos y el abdomen tiene de 27 a 30 pares de setas; y las de quinto instar (Figura 1c) miden de 1,45 a 1,58 mm de largo, tiene una coloración de amarillo a amarillo marrón, el tercer segmento de la antena es de color negro, en el abdomen presentan de 25 a 29 pares de setas y son sedentarias, únicamente se mueven cuando se las disturba.

Adulto: Son insectos de 3 a 4 mm de largo, su cuerpo es de color marrón amarillento y la cabeza marrón clara, sus patas son de color grisáceo, el extremo de las antenas es de color negro y en los segmentos intermedios tienen dos manchas marrones claro. Las alas son transparentes con manchas blancas y marrón claro, presentan una banda longitudinal ancha de color beige en el centro. Los ojos son marrón oscuro (Figura 1d). Cuando se alimentan inclinan su cabeza hacia

abajo tocando la superficie del vegetal, de forma que el cuerpo forma un ángulo de 45º con respecto a la horizontal. A temperaturas optimas (25 a 28 °C) pueden llegar a vivir 2 meses, incluso periodos mayores (COSAVE, 2013a).

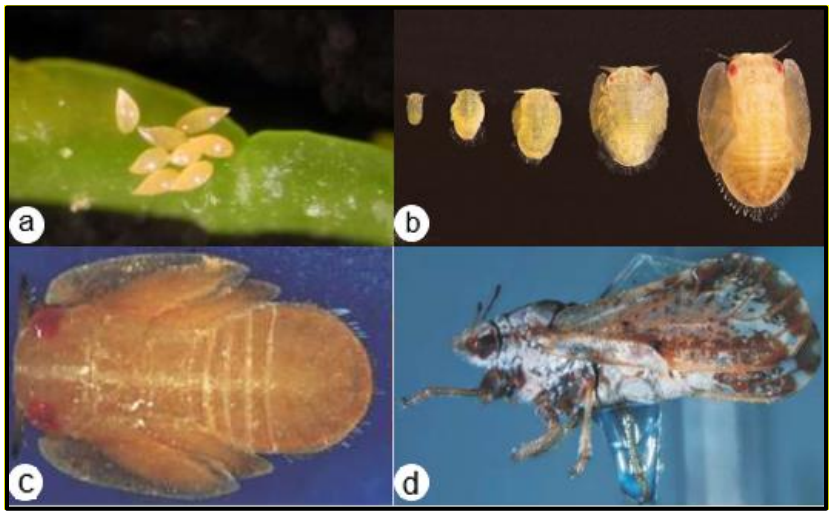


Figura 1. Fases del desarrollo de *Diaphorina citri*. **a**. Huevos. **b**. Estados ninfales. **c**. Ninfa de 5to instar. **d**. Adulto. **Fuente**: Imagen **a** y **b** (COSAVE, 2013a) Imagen **c** y **b** (Botero et al., 2014).

2.1.3 Síntomas y daños

El psílido asiático *Diaphorina citri* es uno de los insectos-plaga de mayor riesgo para los cítricos debido al daño que causan las ninfas y adultos. Los daños directos que ocasionan son la deformación de ápices, hojas y brotes tiernos por la inyección de una toxina que dejan en el instante que se alimentan, las ninfas en grandes poblaciones paralizan el crecimiento de hojas y brotes, debilitan a la planta, causando la mortalidad de ramas, impidiendo el crecimiento normal de la planta (Lenalli, 2012). Durante el tiempo que las ninfas se alimentan, excretan por el extremo abdominal excesos de azúcares de la savia en forma de filamentos cerosos (Figura 2) que atraen a hormigas y favorecen la formación de fumagina, la cual reduce la capacidad fotosintética de la planta (Mead y Fasulo, 2010).

Figura 2. Excesos de azucares secretados por ninfas de *Diaphorina citri* (Vergara, 2017).

Sin embargo, el daño más peligroso que causa es la transmisión de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB). Esta enfermedad es ocasionada por una bacteria gram negativa denominada *Candidatus* Liberibacter, que es adquirida por el vector en su estado ninfal y se reproduce en su interior, pudiendo llegar a ser infectivo por el resto de su vida (Mead y Fasulo, 2010).

2.2 Biología de *Candidatus* Liberibacter. Etiología y sintomatología del Huanglongbing

Esta bacteria, transportada por el vector, una vez introducida en la planta hospedera, se empieza a desarrollar y a distribuirse por el sistema vascular, obstruyendo el flujo de la savia, y por tanto disminuyendo la producción a niveles críticos. La bacteria se dispersa por toda la planta, y la ninfa del vector la adquiere al momento de alimentarse de la planta infectada, trasmitiéndola a otras plantas por el resto de su ciclo de vida. Una vez que la planta está totalmente infectada, muere en dos o tres años (COSAVE, 2013b; Robles *et al* 2013).

El HLB es la enfermedad más destructiva de los cítricos en el mundo, el primer reporte de HLB en el mundo fue en China en 1919, actualmente se encuentra en Asia, África, Oceanía y algunos países de América (SIRVEF, 2018). La primera detección de HLB en América fue en el año 2005 en el estado de Sao Paulo, Brasil, a partir de ahí se ha extendido a otros estados del país

(Paraná y Minas Gerais) (COSAVE, 2013b). Posteriormente fue reportada en Estados Unidos en el estado de Florida, Cuba, República Dominicana, Nicaragua, Honduras, Belice, México, Colombia y Paraguay (Herbario Virtual, 2018).

Las plantas de cítricos jóvenes (< 4 años) son las principales afectadas por HLB, esta enfermedad se dispersa muy rápido a tal punto que cuando la planta presenta los síntomas severos la plantación posiblemente ya esté contaminada. Por sus características puede ser confundida con una deficiencia de mineral, lo cual dificulta su detección temprana, llegando a destruir grandes plantaciones en poco tiempo (Santivañez *et al.*, 2013).

Conforme avanza la infección el árbol pierde vigor y su capacidad de producción de fruta disminuye, lo cual puede ocurrir tanto en presencia como en ausencia de síntomas. Cuando el HLB se manifiesta en el 100 % de la copa las pérdidas de producción son cercanas al 50 % (Robles *et al.*, 2017).

El tratamiento de esta enfermedad se ha convertido en un gran problema, puesto que aún no existe una cura para ella (Sommantico, 2019). Lo único que se puede hacer es controlar la población del insecto vector, ya que una vez que la planta esté infectada, no hay otra solución más que erradicarla y quemarla para minimizar la propagación hacia otras plantas (Pourreza *et al.*, 2015).

2.3 Uso de enemigos naturales de *Diaphorina citri* como controladores biológicos

El realizar un control biológico con el uso de enemigos naturales resulta ser más factible, más eficiente y menos dañino ambientalmente que otros enfoques como el uso de insecticidas (Lauwerys, 2001). El uso de organismos benéficos para el control biológico se fundamenta en que la mayoría de las plagas que atacan a cultivos, llega a alcanzar poblaciones altas debido a la

ausencia de enemigos naturales especializados o a su presencia en bajas poblaciones, por lo que se puede potenciar dichas poblaciones o introducir desde otras áreas (Driesche *et al.*, 2007).

Adicionalmente, el control biológico suprime el uso de insecticidas químicos, que además de causar daños al ambiente y dañar la salud humana, pueden llegar a alterar el equilibrio entre el insecto plaga y los insectos benéficos (depredadores, parasitoides) existentes en el cultivo, puesto que al momento de la aplicación de insecticidas no sólo se está acabando con la plaga, también se está matando o ahuyentando a los insectos benéficos (Driesche *et al.*, 2007).

Los residuos de dichos insecticidas químicos se dispersan en el ambiente llegándose a convertir en contaminantes para otros elementos bióticos (animales no insectos y plantas principalmente) y el sistema abiótico (suelo, aire y agua) amenazando de esta manera su estabilidad (Rodríguez *et al.*, 2014). A causa de estos residuos las personas llegan a desarrollar enfermedades a largo plazo, tales como cáncer, daños al sistema reproductivo, al hígado, al cerebro y a otras partes del cuerpo (Conant y Fadem, 2011), provocando la muerte de aproximadamente 200 000 personas cada año (OMS, 2017).

Entre los principales enemigos naturales controladores de poblaciones de *D. citri* se encuentran insectos pertenecientes a las familias Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Syrphidae (Diptera) y Vespidae, Eulophidae y Encyrtidae (Himenoptera) (Rodríguez *et al.*, 2012; Kondo *et al.*, 2015).

Dentro de las familias antes mencionadas se han registrado varias especies controladoras de *D. citri*, en diferentes países, de los cuales *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866), *Chilocorus cacti* (Linnaeus, 1767), *Cycloneda sanguínea* (Linnaeus, 1763), *Nephus* sp, *Pentilia* sp, *Curinus coeruleus* Mulsant, 1850, *Chilocorus stigma* (Say,1835), *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville, 1842), *Hyperaspis* sp, *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781), *Harmonia axyridis*

(Pallas, 1722), *Scymnus rubicundus* (Erichson, 1847), *Curinus colombianus* Chapin, 1965 (Coleoptera), *Zelus* sp (Hemiptera), *Ceraeochrysa* sp (Neuroptera), *Polybia* sp (Himenoptera) y *Allograpta* sp (Diptera) son depredadores; *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam and Agarwal) (Himenoptera), y *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Himenoptera) son parasitoides (Rodríguez *et al.*, 2012; Kondo *et al.*, 2015; Hernández, 2016; López *et al*., 2010; Lomelí *et al*., 2010; Hall *et al.*, 2012; Hernández *et al*., 2014; Sánchez *et al*., 2015).

La mayoría de las especies reportadas como enemigos naturales de *D. citri* son depredadores generales, es decir que atacan poblaciones de otras plagas (Kondo *et al*., 2017). En el caso de los parasitoides, existen hasta nueve especies reportadas para las ninfas de *D. citri* (Hussain y Nath, 2015), pero sólo *Tamarixia radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis*, de las familias Eulophidae y Encyrtidae, respectivamente, son considerados específicos del psílido (Hoddle *et al*., 2014; Kondo *et al.*, 2015; Arias *et al*., 2016).

La eficiencia de estos parasitoides varía de acuerdo a factores externos, como condiciones climáticas, uso de insecticidas, diversidad de organismos benéficos entre otros. De las dos especies reportadas como parasitoides específicos de *D. citri*, *T. radiata* presenta un rango muy amplio de parasitismo de ninfas (0 a 80 %) (Cortéz *et al*., 2010; Robles, 2010; Sánchez, 2010; Chavez *et al*., 2017; Kondo, 2017; Rodriguez *et al*., 2012), y *Diaphorencyrtus* sp presenta un parasitismo de 6,3 % (Cortéz *et al*., 2010).

En Ecuador, un grupo de investigadores registraron la presencia natural de *Tamarixia radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis* en diferentes puntos del Guayas (Chavez *et al*., 2017; Portalanza *et al.*, 2017). *T. radiata* ingresó a Ecuador a finales del 2015 de forma natural, empezando a colonizar y a establecerse como enemigo natural (Chavez *et al.*, 2017).

Además de insectos se han reportado varias cepas de hongos entomopatógenos de las especies *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) , *Isaria fumosorosea* Wize, *Hirsutella citriformis* Speare, *Lecanicillium lecanii* Zimm, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Cladosporium* sp. nr. *oxysporum* Berk. & MA Curtis, *Acrostalagmus aphidum* Oudem, *Paecilomyces javanicus* (Friederichs & Bally) AHS Brown & G Smith, y *Capnodium citri* Berk. & Desm., que atacan tanto a ninfas como a adultos (Kondo *et al*., 2015; Rodríguez *et al* 2012; Ramos, 2016; Hall *et al*., 2012 y Mellín *et al.,* 2016). Algunos de estos enemigos naturales por su eficiencia para controlar *D. citri* ya se están criando masivamente en los países que son representativos en la produccion de cítricos (Sánchez *et al.*, 2015 y Kondo, 2017).

3 Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en la zona urbana del cantón Catamayo, que se encuentra a 38 km noroeste de la provincia de Loja, en torno a dos focos infecciosos de *Diaphorina citri*, registrados en las coordenadas: 3°59'28,29" S, 79°21'31,17" W y 3°58'24,31" S, 79°22'20,28" W (Figura 3). La parroquia Catamayo se encuentra ubicada a una altitud entre 1 000 y 2 000 msnm, con un clima eminentemente cálido - seco, con temporadas húmedas que duran 4,3 meses, y temporadas secas que duran 7,7 meses. La temperatura general varía de 15 a 27 °C y rara vez baja a menos de 13 °C o sube a más de 29 °C, y la humedad relativa es del 10 % (GAD Catamayo, 2019).

Sus límites son: al norte con la provincia de El Oro y el cantón Loja, al sur con los cantones de Gonzanamá y Loja, al este con el cantón Loja y al oeste con los cantones Chaguarpamba, Olmedo y Paltas.

Figura 3. Mapa de Catamayo. Lugares donde se han reportado los focos infecciosos de *Diaphorina citri* (iconos amarillos). **Fuente:** Google Earth, 2018.

Para esta investigación se utilizó la técnica de observación directa en campo, y mediante muestreos aleatorios en plantas jóvenes (< 4 años) de Mirto (*Murraya paniculata*) y cítricos (*Citrus* sp.). Estas plantas están ubicadas en la zona urbana de Catamayo, es decir son plantas traspatio, por ende, no poseen un manejo técnico, además que la mayoría de plantas son de mirto, puesto que son muy apreciadas para arreglo florales por su agradable aroma.

El cálculo del número de plantas a muestrear se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 Npq}{e^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

Z: Constante según el nivel de confianza: 1.96

N: Tamaño de la población: 300

p: 0,5

q: 0,5

e: Error muestral 3% = 0,03

El tamaño de la muestra es n = 234,24. El muestreo de enemigos naturales (insectos parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos) se realizaron en seis sectores urbanos del cantón Catamayo: Buenavista 3°59'29,07" S, 79°21'31,52" W; El Cementerio 3°59'25,95"S, 79°21'04,72" W; Parque Primero de mayo 3°59'27,93" S, 79°21'35,29" W; Trapichillo (entrada) 3°58'25,68" S, 79°22'21,89" W; Trapichillo 3°58'12,57" S, 79°22'09,76" W y El Guayabal 3°57'36,27" S, 79°23'22,93" W. Para la colecta de organismos benéficos se inspeccionaron en horas de la mañana (07:00 a 10:00) aproximadamente 40 plantas traspatio de cada sector antes mencionado a una altura de 1,5 a 1,7 m (estrato medio de la planta), cada 10 a 15 días por dos meses (cuatro muestreos totales).

3.1 Muestreo de Insectos Benéficos.

Para el muestreo de posibles insectos depredadores primeramente se realizaron inspecciones visuales en cada punto cardinal de la planta en una área foliar de aproximadamente 20 cm^3 donde exista poblaciones de ninfas; posteriormente se colectaron los insectos (larvas o adultos) que se encuentren dentro del área delimitada, ya sea que estuvieran atacando activamente a la población de ninfas de *D. citri* o cerca de las mismas. Las muestras colectadas fueron etiquetadas con la fecha, georreferenciación y nombre del sector.

Los insectos adultos fueron ubicados en frascos con alcohol al 70 % y se llevaron al laboratorio de Entomología de AGROCALIDAD, en donde se realizó la identificación utilizando un estéreo-microscopio y claves taxonómicas ilustradas de géneros de Coccinellidae de América del Sur de González (2007). Las larvas colectadas se mantuvieron en el laboratorio hasta la emergencia de los adultos, para su identificación con claves taxonómicas.

Para el muestreo de insectos parasitoides, se colectó un brote tierno de 7 a 10 cm de longitud de cada punto cardinal (4 brotes/planta). Los brotes se colocaron en fundas de papel, las cuales fueron etiquetadas y ubicadas en un cooler con geles, para conservarlas frescas hasta llevarlas al laboratorio de Entomología de AGROCALIDAD.

En laboratorio se aplicó el método usado por Hernández (2016), que consistió en cuantificar el número total de ninfas de cada brote y se colocó las muestras en vasos desechables de plástico con algodón humedecido para mantener el brote fresco y la humedad adecuada. Los vasos se cubrieron con tela de polipropileno sujeta con una liga para evitar el escape de los adultos del psílido o de avispitas parasitoides emergidas de las ninfas, así como para evitar que se introdujeran otros insectos. De preferencia se evaluaron las ninfas de penúltimo y último instar (N_4 y N_5) de *D.*

citri puesto que en estos estados ninfales se puede visualizar si la ninfa está parasitada (Barrera *et al.*, 2012).

En esas condiciones se mantuvieron las muestras hasta la emergencia de adultos ya sea de parasitoides o de *D. citri.* Posteriormente se colocaron los adultos de los parasitoides en alcohol al 70 % para su identificación haciendo uso de un estéreo-microscopio Olympus SZX16 y mediante claves taxonómicas e imágenes de Zamora y Hanson, (2017), Arias *et al*. (2016) y Restrepo *et al*. (2016).

3.2 Muestreo de Hongos Benéficos.

Para el muestreo de hongos benéficos se revisaron las mismas cuatro ramas de los cuatro puntos cardinales donde se ubicaron los brotes tiernos, y en ellas se buscaron adultos muertos de *D. citri*, aparentemente con síntomas de infección por hongos entomopatógenos tanto en brotes como en hojas de plantas de *Citrus* sp. y *Murraya paniculata* (Ramos, 2016).

Los insectos se colocaron junto con las hojas en bolsas individuales de papel, y se llevaron al laboratorio de Fitopatología de AGROCALIDAD. Todas las muestras fueron etiquetadas con la fecha, georreferenciación y nombre del lugar.

Para aislar los hongos, se utilizó el método PEE/FP/07: Aislamiento e Identificación de Hongos (mediante claves taxonómicas y microscopía óptica): el cual consistió sembrar directamente el adulto muerto o parte de él en medio PDA (Papa Dextrosa Agar, enriquecido con extracto de levadura). Para ello se desprendió cuidadosamente el adulto muerto de la hoja donde se encontró y se depositó sobre papel filtro estéril, se desinfectó con hipoclorito de sodio al 2 % durante tres minutos, luego se lavó (dos a tres veces) con agua destilada con la finalidad de no dejar restos de hipoclorito de sodio, se secó con papel estéril y se procedió a sembrarlos en cajas Petri con el medio PDA y en cámara húmeda.

Las cajas Petri se mantuvieron a 26 °C hasta la formación de micelio. Una vez ya formado la colonia del micelio, con la ayuda de un asa y bajo condiciones de asepsia, se extrajo una parte del micelio y se colocó en un portaobjetos para identificarlo mediante claves taxonómicas especializadas (Barnett y Hunter, 1998) haciendo uso de un microscopio Boeco Bm120.

3.3 Evaluación de la Eficiencia de Organismos Benéficos.

La evaluación del porcentaje de incidencia se realizó únicamente para insectos parasitoides y hongos entomopatógenos, puesto que, para evaluar la incidencia de insectos depredadores en campo, necesariamente se debe encontrar al insecto atacando poblaciones de ninfas, lo que era muy poco probable.

En el caso de parasitoides, se cuantificó las ninfas no parasitadas y las parasitadas (parasitadas y momificadas), y se calculó el porcentaje de parasitismo con la fórmula usada por Chávez *et al.* (2017) y Sánchez *et al*. (2015a):

$$\%\ de\ parasitismo = \frac{Ninfas\ Parasitadas}{Total\ de\ Ninfas\ muestreadas} * 100$$

De la misma forma, para evaluar incidencia de hongos entomopatógenos se cuantificó el número total de adultos vivos y muertos, y se calculó la eficiencia del hongo con la fórmula usada por Ramos (2016):

$$Eficiencia\ de\ hongos\ entomopatógenos = \frac{Adultos\ muertos}{Total\ de\ Adultos\ muestreados} * 100$$

4 Resultados

4.1 Insectos benéficos asociados a *Diaphorina citri.*

Durante todo el muestreo se capturaron 13 especies en las localidades Buenavista, El Cementerio, Trapichillo (entrada), Trapichillo y El Guayabal, en plantas traspatio de *Murraya paniculata* y *Citrus* sp de la zona urbana del cantón Catamayo (Tabla 1). De las 13 especies, 11 son depredadores, y dos son parasitoides (Figura 4). Entre los depredadores se encontraron nueve especies pertenecientes a la familia Coccinellidae (Coleoptera), una especie a la familia Chrysopidae (Neuróptera) y una especie a la familia Anthocoridae (Hemiptera). Como parasitoides encontramos dos especies de las familias Encyrtidae y Eulophidae respectivamente (Himenoptera).

La mayor población de ninfas de *D. citri* se encontró en el sector Buenavista: 103 ninfas de un total de 292 ninfas obtenidas durante la evaluación de brotes en laboratorio, y en consecuencia fue en este sector donde se encontró la mayor cantidad de especies benéficas colectadas, del total de ninfas confinadas, el 20 % murieron por causas desconocidas.

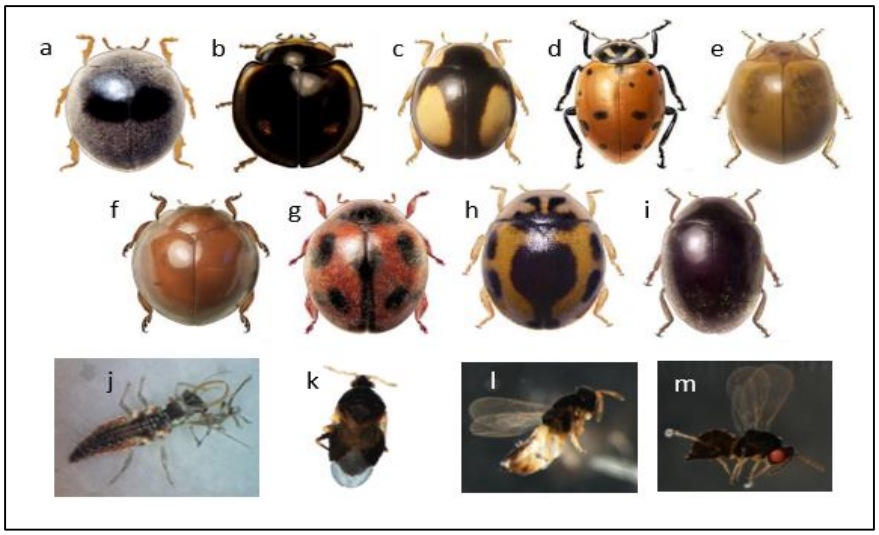


Figura 4. Enemigos naturales asociados con *Diaphorina citri* en Catamayo**. a**. *Azya orbigera* **b.** *Cheilomenes sexmaculata* **c**. *Hyperaspis esmeralda* **d**. *Hippodamia convergens* **e**. *Paraneda palludula* **f**. *Pentilia* sp **g**. *Rodolia Cardinalis* **h**. *Hyperaspis onerata* **i**. *Diomus* sp (Fotografías: Guillermo González F.) **j**. *Chrysopa* spp **k**. *Orius* spp **l**. *Diaphorencyrtus* sp **m**. *Tamarixia radiata* (Lab. Entomología. AGROCALIDAD).

Tabla 1. Ninfas de *Diaphorina citri* y enemigos naturales, registrados en el cantón Catamayo durante el periodo de muestreo noviembre 2018 – febrero 2019.

Ninfas *D. citri* y Enemigos naturales	**Número de especímenes en cada localidad**						
Especie	**Buenavista**	**Cementerio**	**Parque 1ro de mayo**	**Trapichillo (entrada)**	**Trapichillo**	**Guayabal**	**Total**
Ninfas de *Diaphorina citri* (Kuwayama).	103	10	28	10	72	69	292
Depredadores							
Azya orbigera ecuadorica (Gordon, 1980).	0	0	0	2	0	0	2
Cheilomenes sexmaculata (Fabricius, 1781).	2	0	1	2	1	3	9
Hyperaspis esmeralda (Gordon & González, 2011).	3	0	0	0	0	0	3
Hippodamia convergens (Guerin-Meneville, 1842).	0	1	1	0	0	0	2
Paraneda pallidula (Mulsant, 1850).	1	0	0	0	0	0	1
Pentilia sp.	1	0	0	0	0	0	1
Rodolia cardinalis (Mulsant, 1850).	1	0	0	0	0	0	1
Hyperaspis onerata (Mulsant, 1850).	1	0	1	0	0	1	3
Diomus sp.	2	0	0	0	0	0	2
Chrysopa spp.	4	0	0	0	0	1	5
Orius spp.	1	1	0	0	0	0	2
Parasitoides							
Diaphorencyrtus sp.	21	0	2	0	0	0	23
Tamarixia radiata (Waterston, 1922).	1	0	0	0	1	0	2
Total	38	2	5	4	2	5	56

4.1.1 Depredadores.

En las visitas en campo se constató la presencia de depredadores en distintos estados de desarrollo cerca de poblaciones de ninfas de *D. citri*, y en algunos casos se evidenció el ataque directo de los depredadores sobre dichas poblaciones. En los sectores Buenavista, El Cementerio, Trapichillo (entrada) y El Guayabal además de encontrar depredadores en estado adulto, se encontraron posturas de huevos (Figura 5a) y larvas de Coccinélidos (Figura 5b y 5c) que estaban cerca de poblaciones de *D. citri*, y en los sectores Buenavista y Guayabal, se encontraron posturas (Figura 5d) y larvas (Figura 5e) de la especie *Chrysopa* sp.

Posteriormente, en el laboratorio, se evidenció el ataque de larvas de Coccinélidos (Figura 5f) y *Chrysopa* sp (Figura 5g) sobre ninfas de *D. citri*.

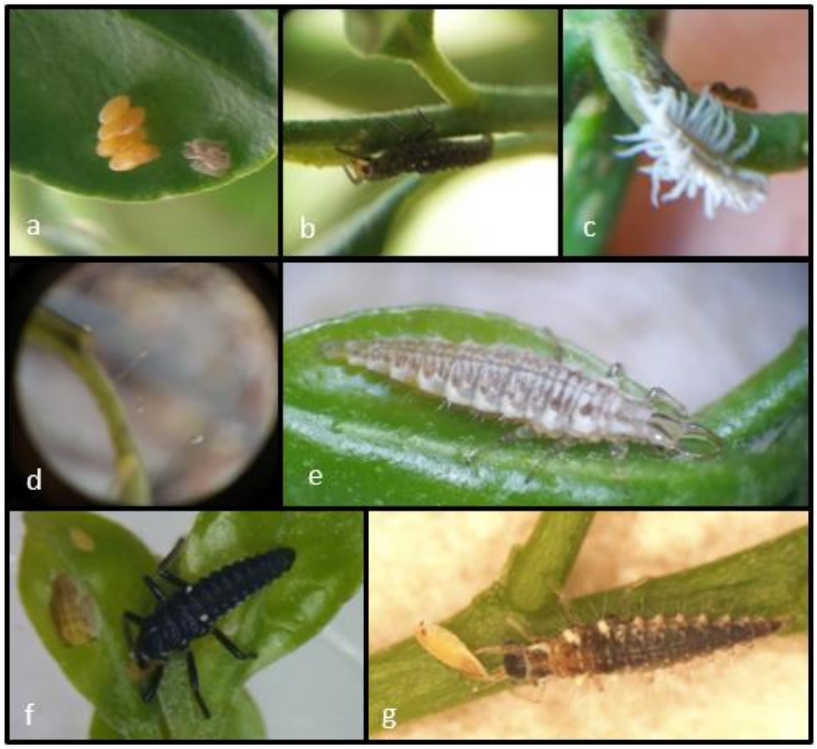


Figura 5. Depredadores de *D. citri*. **a.** Posturas de Coccinélidos. **b** y **c.** Larvas de Coccinélidos. **d**. Posturas de *Chrysopa* sp. **e**. Larva de *Chrysopa* sp. **f.** Larva de Coccinélido atacando ninfa de *D. citri*. **g.** Larva de *Chrysopa* sp atacando ninfa de *D. citri*. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

Orden Coleoptera.

***Azya orbigera ecuadorica* Gordon, 1980.**

Diagnosis: Cuerpo pequeño ovalado, pronoto y élitros son de color negro, con una pilosidad ceniza corta y homogénea, en los élitros poseen una zona con pilosidad más obscura que en conjunto forman un característico símbolo parecido al infinito "∞" (Figura 6a).

Ventralmente es de color amarillo (patas, aparato bucal, abdomen) (Figura 6b), las antenas son largas con 11 segmentos, con el primer artejo prolongado (Figura 6c), los palpos maxilares son securiformes y las mandíbulas con dos dientes (Figura 6d), posee tibias anteriores anchas con proyecciones (Figura 6e), la epipleura tiene impresiones profundas para la recepción de patas medias y posteriores (Figura 6f). Presenta cinco segmentos abdominales con líneas postcoxales abiertas sin tocar el borde del segmento abdominal (Figura 6g).

Figura 6. *Azya orbigera* ecuadorica: **a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Antena. **d.** Mandíbula y palpos maxilares. **e.** Tibias anteriores. **f.** Epipleura**. g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781).**

Diagnosis: Son de forma redondeada, de color negro brillante y sin pilosidades, poseen manchas submarginales en el tercio delantero de color anaranjado (Figura 7a). La cabeza es de color amarillo marfil. El pronoto de igual forma es de color negro brillante, sin pilosidades, con manchitas discales y bordes delanteros y laterales de color amarillo marfil (Figura 7b).

Ventralmente es de color amarillo (Figura 7c), las antenas son segmentadas no dentadas de menor tamaño que el ancho de la frente con maza poco notoria (Figura 7d) el último segmento de los palpos maxilares es triangular (securiforme) (Figura 7e), las mandíbulas terminan en dos dientes agudos (Figura 7f). Presenta líneas postcoxales descendentes, unidas al borde posterior del segmento abdominal (Figura 7g).

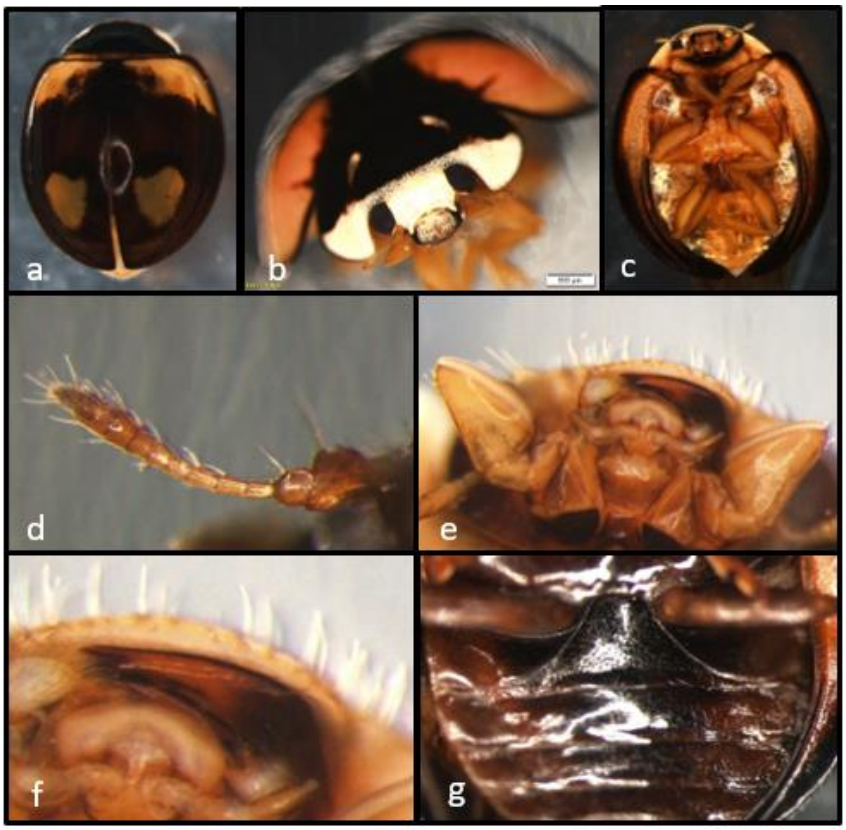


Figura 7. *Cheilomenes sexmaculata*. **a.** Vista dorsal. **b** Cabeza y pronoto. **c.** Vista ventral. **d.** Antena**. e.** Palpos maxilares. **f.** Mandíbula. **g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Hyperaspis esmeralda* Gordon & González, 2011.**

Diagnosis: Son especies pequeñas, su cuerpo dorsalmente no presenta pilosidades, es de forma oblonga. Los élitros son negros, posee una gran mancha discal oblonga de color amarillo, que cubre gran parte de cada élitro (Figura 8a). El pronoto es negro con una mancha amarilla en los extremos (Figura 8b).

Ventralmente es de color negro, las patas, antenas, piezas bucales y borde inferior del abdomen de color amarillento (Figura 8c). Las antenas son cortas, con 10 segmentos, con pocas vellosidades y una masa poco notoria en los últimos artejos (Figura 8d), los palpos maxilares son securiformes (Figura 8e) y las mandíbulas presentan dos dientes agudos (Figura 8f). Abdomen con seis segmentos abdominales y las líneas postcoxales descienden y se unen con el borde posterior del segmento abdominal (Figura 8g).

Figura 8. *Hyperaspis esmeralda*. **a.** Vista dorsal. **b** Cabeza y pronoto. **c.** Vista ventral. **d.** Antenas. **e.** Palpos maxilares. **f.** Mandíbula**. g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville, 1842).**

Diagnosis: Su cuerpo no presenta pubescencia, es de forma ovalada. La cabeza es de color amarillo cremoso, con dos manchas irregulares de color negro que se unen por el borde en la parte anterior de la base de las antenas. El pronoto es negro, presenta una franja ancha en los bordes anteriores y laterales de color crema, en el disco a los lados tiene dos manchas en forma de coma del mismo color (Figura 9a). Los élitros son de color anaranjado y presentan seis manchas negras en cada élitro, tres manchas anteriores que son pequeñas, y tres posteriores que son grandes, redondeadas e irregulares (Figura 9a).

Ventralmente es de color negro (Figura 9b), las antenas son largas con 11 artejos (Figura 9c), los palpos maxilares son securiformes (Figura 9d), las epipleuras son anchas y enteras (Figura 9b), las patas son largas, negras y sobresalen del borde del élitro (Figura 9a), las tibias son delgadas, con tarsos tetrámeros y uñas bífidas (Figura 9e). El abdomen posee cinco segmentos abdominales con pubescencia (Figura 9f).

Figura 9. *Hippodamia convergens*. **a.** Vista dorsal. **b** Vista ventral. **c.** Antena. **d.** Palpos maxilares. **e.** Garras. **f.** Abdomen. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Paraneda pallidula* (Mulsant, 1850).**

Diagnosis: Su cuerpo es de forma ovalada semiesférica. Dorsalmente son de color ocre claro, los élitros son brillantes, sin manchas, ni pubescencias (Figura 10a), en los lados anterior y posterior del pronoto presenta una mancha circular amarilla cremosa con borde negro (Figura 10b).

Ventralmente es de color ocre, las antenas son segmentadas con 11 artejos (Figura 10c), presenta mandíbulas que terminan en dos dientes agudos (Figura 10d), los palpos maxilares son de forma triangular muy securiformes (Figura 10e), los lados de los élitros terminan en una proyección lateral y horizontal, con epipleuras anchas y enteras (Figura 10f). El abdomen presenta cinco segmentos abdominales, las líneas postcoxales son curvadas y descendentes (Figura 10g).

Figura 10. *Paraneda pallidula*. **a.** Vista dorsal. **b** Pronoto. **c.** Antena. **d.** Mandíbulas. **e.** Palpos maxilares. **f.** Epipleura. **g.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Pentilia* sp.**

Diagnosis: Son especies habitualmente pequeñas entre 1-3 mm, de forma semicircular muy convexas y de color castaño homogéneo tanto dorsal como ventral (Figura 11a y 11b). Su cuerpo es totalmente glabro y brillante. Los ojos son de color negro alargados longitudinalmente de forma ovalada (Figura 11c). Las antenas son cortas, muy compactas y segmentadas con nueve artejos (Figura 11d).

Los palpos maxilares son securiformes con el último segmento corto, muy triangular (Figura 11e). Las mandíbulas no son bífidas, pero tiene una pequeña bifurcación a manera de diente (Figura 11f). El prosterno tiene una corta expansión por delante y no llega a cubrir las piezas bucales (Figura 11g). El abdomen presenta cinco segmentos abdominales claramente visibles y líneas postcoxales abiertas en semicírculo y no llegan al borde del segmento abdominal (Figura 11h).

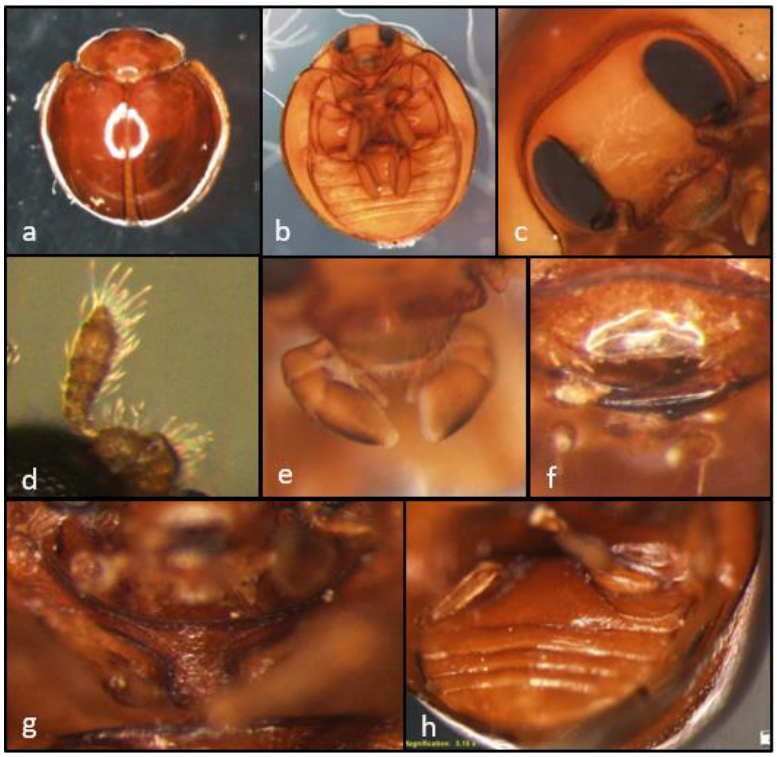


Figura 11. *Pentilia* sp**. a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Ojos. **d.** Antena. **e.** Palpos maxilares. **f.** Mandíbulas. **g.** Prosterno. **h.** Segmentos Abdominales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850).**

Diagnosis: Su cuerpo tiene forma semicircular. Son de color rojo con abundante pubescencia de color blanquecina tanto dorsal como ventral (Figura 12a y 12b), en los élitros tiene dos grandes manchas negras irregulares, una delantera cerca del ángulo humeral y la otra en la parte posterior. En la sutura se encuentra recorriendo una franja negra, que se ensancha antes del escutelo formando un rombo muy vistoso en la unión de los élitros (Figura 12a).

La cabeza es negra, el pronoto presenta una gran mancha basal negra que cubre la mayor parte del pronoto, dejando un delgado borde de color rojo en la parte delantera y lateral (Figura 12c). Las antenas son pequeñas cortas y compactas con 10 segmentos (Figura 12d). Las mandíbulas son bífidas (Figura 12e) y los palpos maxilares securiformes (Figura 12f). Presenta seis segmentos abdominales visibles casi rectos (Figura 12g) y líneas postcoxales abiertas (Figura 12h).

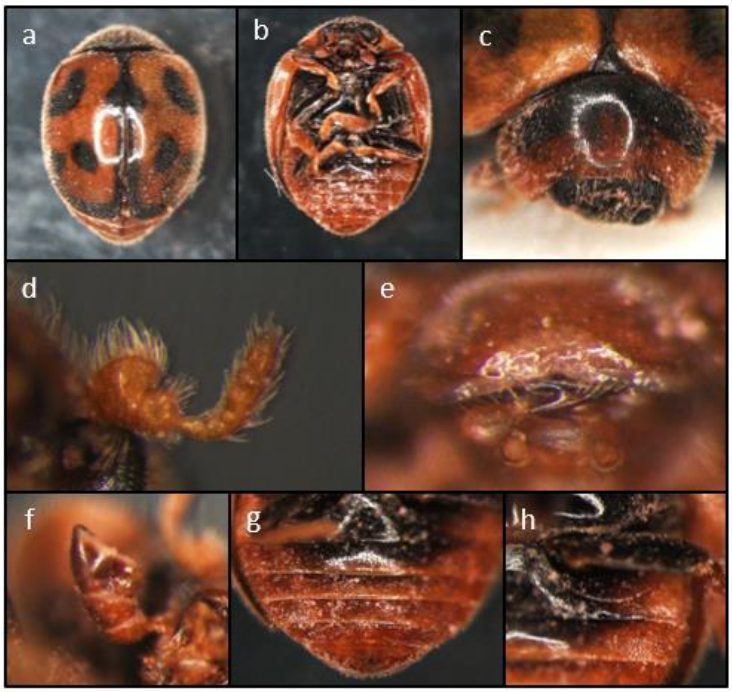


Figura 12. *Rodolia cardinalis*. **a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Pronoto. **d.** Antena. **e.** Mandíbulas. **f.** Palpos maxilares. **g.** Segmentos abdominales. **h.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Hyperaspis onerata* (Mulsant, 1850).**

Diagnosis: Son de forma ovalada, los élitros son de color amarillo marrón, con tres manchas negras: una pequeña en el ángulo humeral, una grande e irregular en el costado del élitro, y una aún más grande en el centro que se extiende a manera de franja por la sutura hacia el escutelo y hacia el ápice (Figura 13a). El pronoto es de color amarillo marrón, presenta cuatro manchas negras en abanico, unidas hacia la base, que se unen con el escutelo y la parte anterior del élitro (Figura 13b).

Ventralmente, es de color marrón oscuro casi negro, patas, antenas y piezas bucales amarillentas (Figura 13c). Las antenas presentan 11 segmentos con una maza diferenciada (Figura 13d), los palpos maxilares son securiformes y mandíbulas bífidas (figura 13e), las uñas tienen un diente basal cuadrangular (Figura 13f), las epipleuras son anchas y cortas (Figura 13g). Presenta seis segmentos abdominales con líneas postcoxales descendentes que se unen con el primer segmento abdominal (Figura 13h).

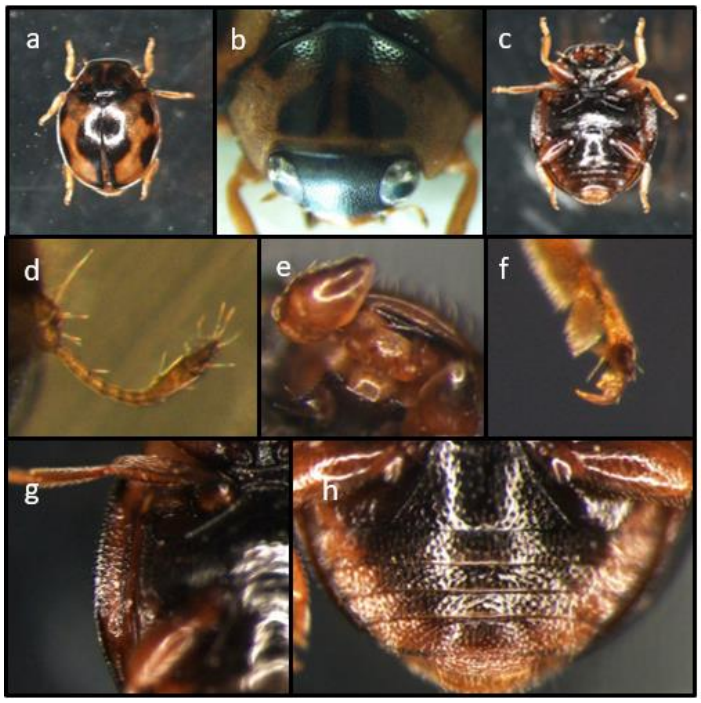


Figura 13. *Hyperaspis onerata*. **a.** Vista dorsal. **b.** Pronoto. **c.** Vista ventral. **d.** Antena. **e.** Palpos maxilares y mandíbula. **f.** Uñas tarsales. **g.** Epipleura. **h.** Segmentos abdominales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Diomus* sp.**

Diagnosis: Estas especies son habitualmente pequeñas. Los élitros, pronoto y cabeza son de color negro, sin pilosidades (Figura 14a). Ventralmente es de color castaño, las antenas son pequeñas con 11 segmentos antenales (Figura 14b), palpos maxilares no securiformes, el último segmento es alargado y cónico (Figura 14c), presenta epipleuras angostas y cortas (Figura 14d), El abdomen presenta siete segmentos abdominales visibles (Figura 14e), y las líneas postcoxales son descendentes, generalmente unidas al borde posterior del segmento abdominal (Figura 14f).

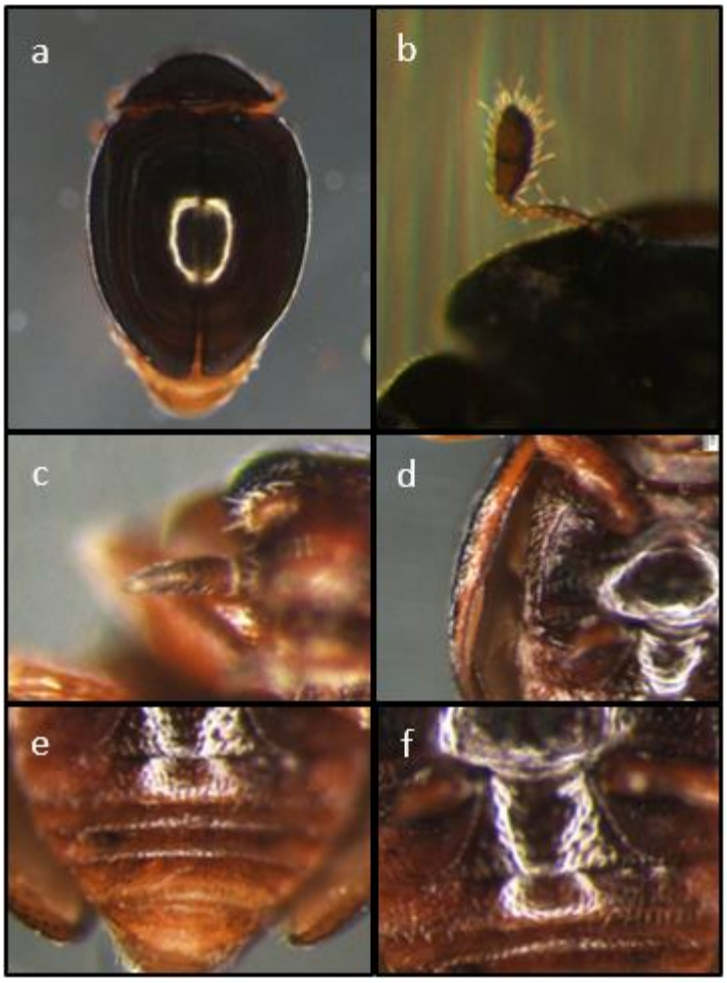


Figura 14. *Diomus* sp. **a.** Vista dorsal. **b.** Antena. **c.** Palpos maxilares. **d.** Epipleura. **e.** Segmentos abdominales. **f.** Líneas postcoxales. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

Orden Hemiptera.

La identificación de este espécimen se la realizó con claves taxonómicas e imágenes de (Jung *et al.* (2010).

***Orius* sp.**

Diagnosis: Son especies pequeñas, miden aproximadamente de 2 a 5 mm, su cuerpo es alargado, generalmente de color negro, la cabeza es más corta que el tórax (Figura 15a), el prosterno no presenta ranuras, las membranas de los hemiélitros presentan pocas venas (Figura 15b). Ventralmente es de color negro, los fémures son negros, tibias y tarsos de color amarillento (Figura 15c), el aparato bucal tiene 3 segmentos (Figura 15d), las antenas tienen cuatro segmentos y son más largas que la cabeza, generalmente visibles dorsalmente (Figura 15e), sus patas generalmente están adaptadas para caminar y presentan uñas tarsales apicales.

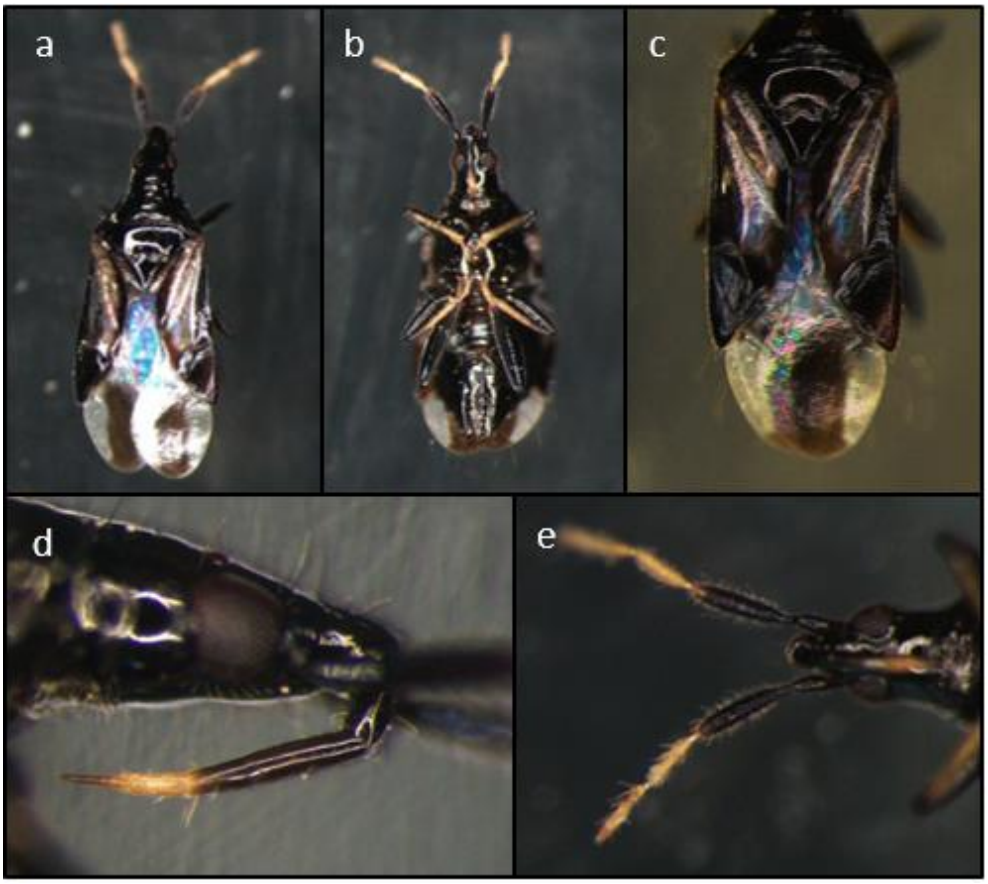


Figura 15. *Orius* sp**. a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral. **c.** Hemiélitros. **d.** Aparato bucal. **e.** Antenas. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

4.1.2 Parasitoides.

En las salidas de campo se constató la actividad de parasitoides al encontrar ninfas de *D. citri* parasitadas (momificadas) (Figura 16a), y ninfas momificadas ya vacías con el orificio por donde emergen los insectos parasitoides (Figura 16b). Tras el seguimiento de los brotes en laboratorio se presenció la emergencia de los adultos de los parasitoides correspondientes a *Tamarixia radiata* (Figura 16c) y *Diaphorencyrtus* sp (Figura 16d). Además de estos parasitoides, durante los últimos muestreos en campo se encontraron huevos de *Chrysopa* sp parasitados por *Telenomus* sp (Figura 16e y 16f).

Figura 16. Constatación de la presencia de parasitoides en los muestreos: **a.** Ninfa momificada de *Diaphorina citri*. **b**. Ninfa momificada con orificio de emergencia del parasitoide *Diaphorencyrtus* sp. **c.** Adulto de *Tamarixia radiata* emergiendo de la ninfa de *D. citri*. **d.** Adulto de *Diaphorencyrtus* sp emergiendo de la ninfa de *D. citri*. **e.** Huevos de *Chrysopa* sp., parasitados por *Telenomus* sp. **f.** Adulto de *Telenomus* sp. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

Orden Himenoptera.

***Diaphorencyrtus* sp.**

Diagnosis: Son pequeños, miden de 1 a 1,5 mm, la cabeza, el tórax y parte del gaster son de color negro, las patas, las antenas y parte del abdomen son amarillentas (Figura 17a). Esta especie se caracteriza por presentar el pronoto entero, el mesoscutum y escutelo oscuro, las líneas notaulares están ausentes (Figura 17b). El triángulo ocelar obtuso (Figura 17c), el funículo de la antena tiene seis segmentos y la clava presenta un color marrón oscuro (Figura 17d), el ovipositor es ligeramente sobresaliente (Figura 17e). La línea calva del ala anterior no presenta interrupciones en la superficie, la vena marginal del ala anterior es más larga que ancha (Figura 17f), la mesopleura no toca el segmento basal del gáster (Figura 17g).

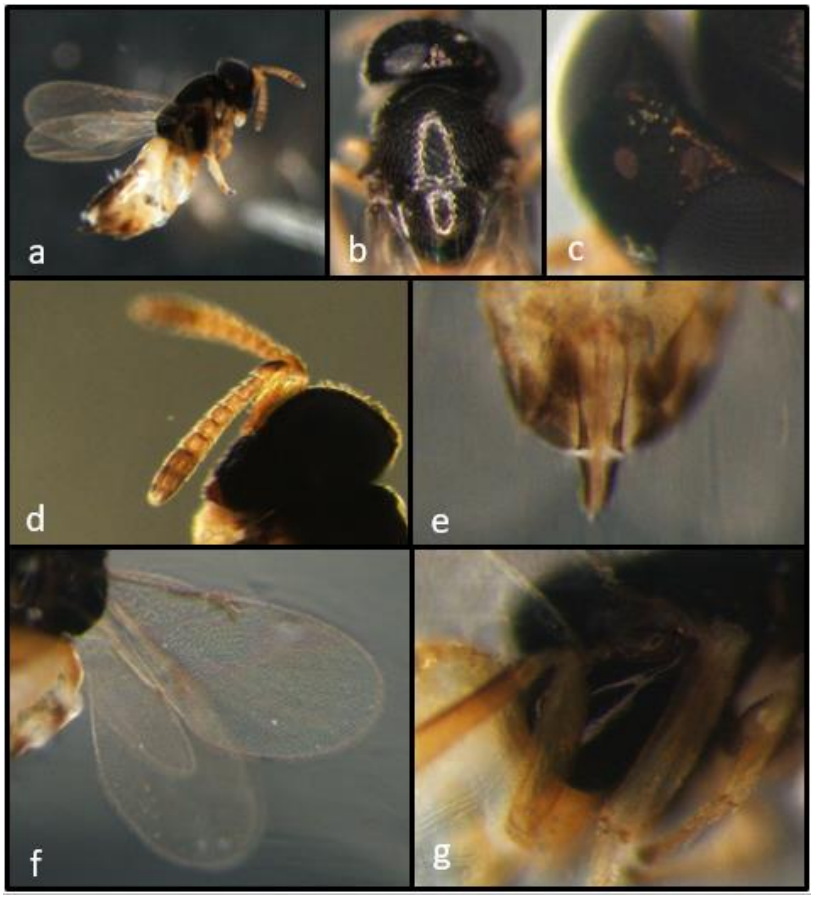


Figura 17. *Diaphorencyrtus* sp. **a.** Vista lateral. **b**. Pronoto, mesoscutum y esculeto. **c.** Triángulo ocelar. **d.** Antena. **e.** Ovipositor. **f.** Alas anteriores. **g.** Mesopleura. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

***Tamarixia radiata* (Waterston, 1922).**

Diagnosis: Su cuerpo no presenta brillo metálico (Figura 18a), las antenas son geniculadas, con una clava no tan alargada, presenta menos de 10 segmentos, siendo el primer segmento el más largo que cualquier otro segmento (Figura 18d). La superficie de las alas posee setas pequeñas (Figura 18b), las alas anteriores no tienen celdas, presentan una vena estigmal muy evidente (Figura 18f). Las axilas de las alas se encuentran separadas. El mesoscutum no presenta surco en la parte media y el escutelo tiene dos líneas longitudinales paralelas (Figura 18c). La tibia media presenta un pequeño espolón apical (Figura 18e).

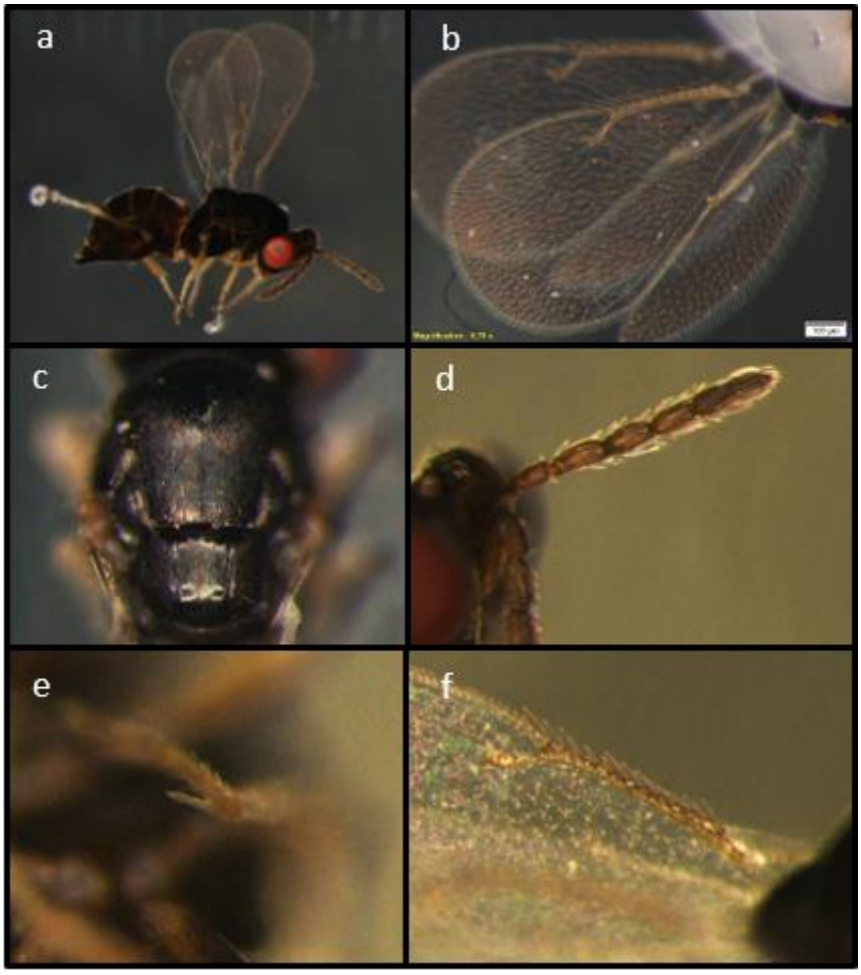


Figura 18. *Tamarixia radiata* **a.** Vista lateral. **b**. Alas anteriores y posteriores. **c.** Mesoscutum y escutelo. **d.** Antena. **e.** Espolón de la tibia media. **f.** Vena estigmal. (Lab. Entomología AGROCALIDAD).

4.2 Hongos entomopatógenos asociados a *Diaphorina citri.*

Durante los muestreos, no se encontró actividad de hongos entomopatógenos en campo (adultos muertos micosados); sin embargo, se realizó la captura de adultos vivos en el sector Buenavista, donde se consiguió la mayor población de *D. citri*. Se realizó la captura y el aislamiento de 95 adultos, de los cuales se obtuvo crecimiento de colonias de hongos (Figura 19a), de las cuales 41 adultos no presentaron desarrollo de colonia (Figura 19b), 48 adultos desarrollaron *Cladosporium* sp. (Figura 19c, 20), uno desarrolló *Fusarium* sp. (Figura 19d, 21), uno *Aspergillus* sp. (Figura 19e, 22) y cinco adultos desarrollaron *Alternaria* sp. (Figura 19f, 23).

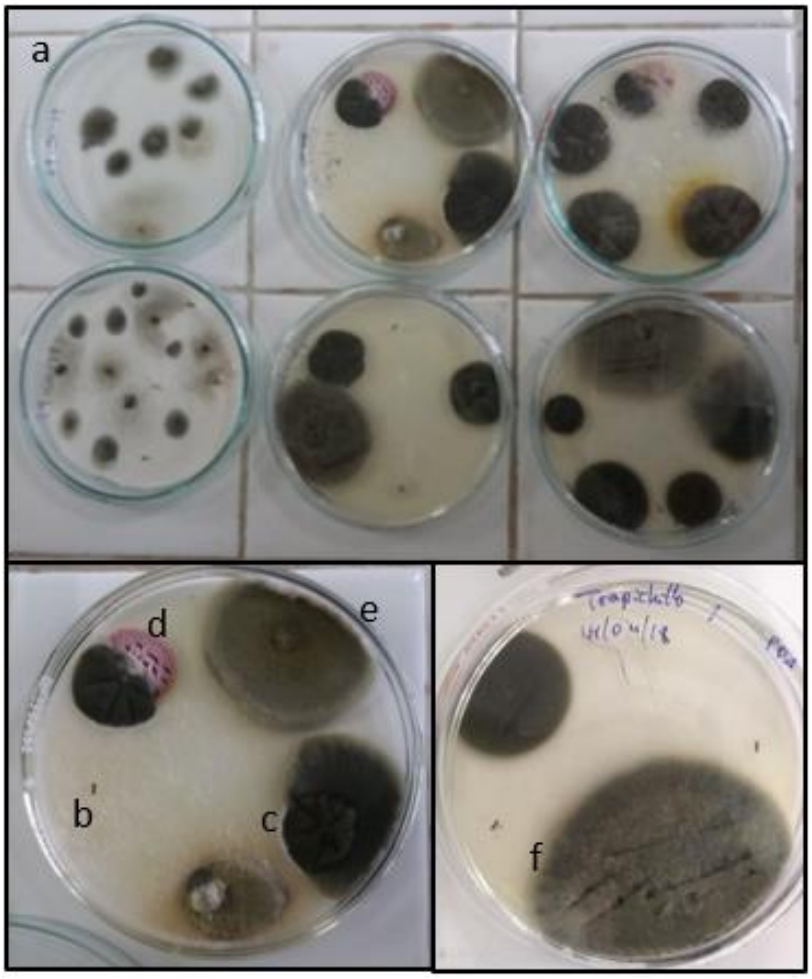


Figura 19. Resultados del aislamiento de adultos de *Diaphorina citri* en PDA y Cámara húmeda. **a.** Colonias de Hongos. **b**. Adulto sin micosamiento. **c**. Colonia de *Cladosporium* sp. **d**. Colonia de *Fusarium* sp. **e.** Colonia de *Aspergillus* sp. **f.** Colonia de *Alternaria* sp. (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD).

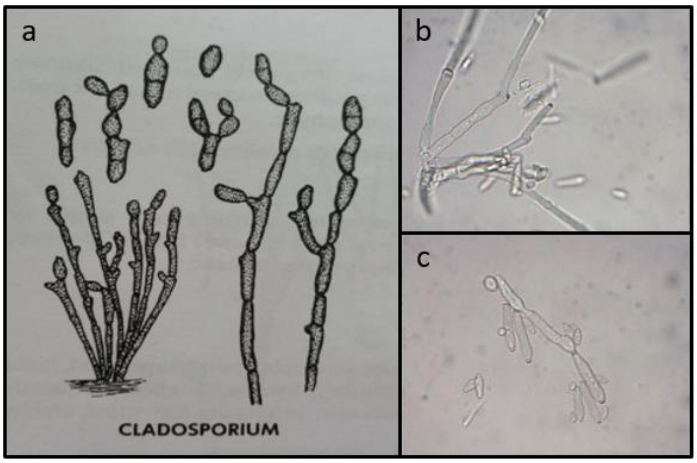


Figura 20. Estructuras microscópicas del hongo *Cladosporium* sp. **a.** Clave Taxonómica. **b.** Cuerpo fructífero. **c.** Esporas (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD).

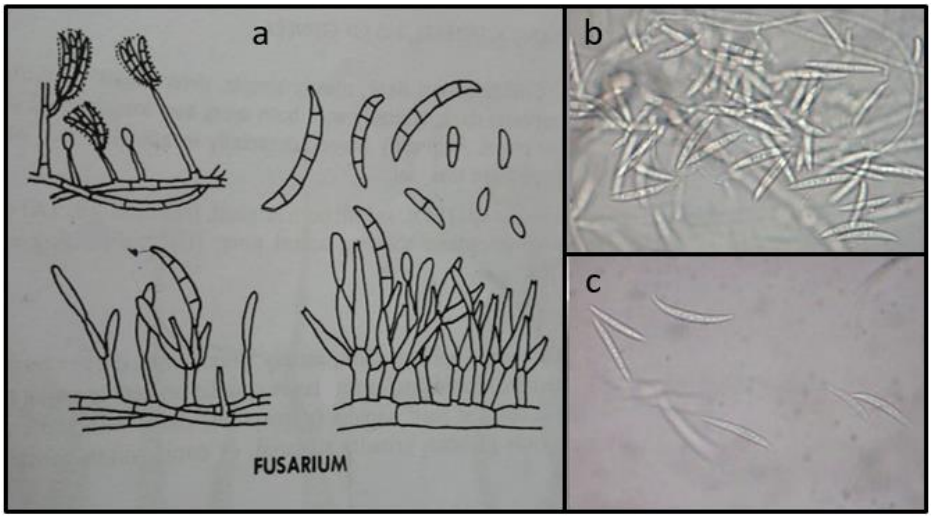


Figura 21. Estructuras microscópicas del hongo *Fusarium* sp. **a.** Clave Taxonómica. **b** y **c.** Esporas (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD).

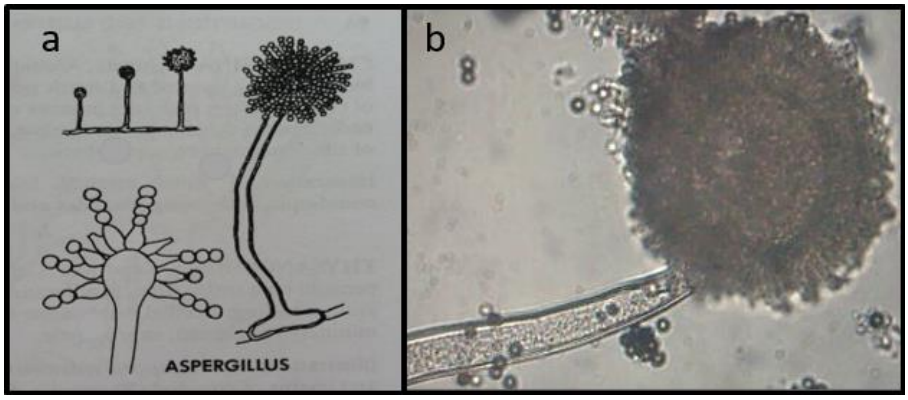


Figura 22. Estructura microscópica del hongo *Aspergillus* sp. **a.** Clave Taxonómica. **b.** Cuerpo fructífero y esporas. (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD).

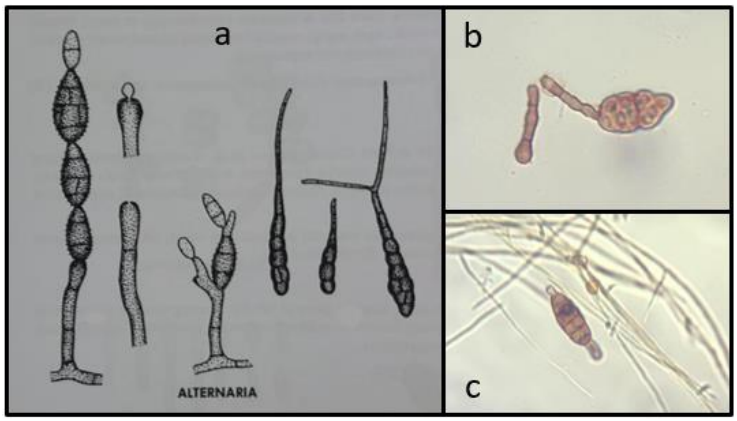


Figura 23. Estructura microscópica del hongo *Alternaria* sp**. a.** Clave Taxonómica. **b** y **c.** Esporas (Lab. Fitopatología AGROCALIDAD).

4.3 Incidencia en campo de los enemigos naturales.

La evaluación de la incidencia en campo de los depredadores se dificultó realizarla debido a que no precisamente se encontró a todos los especímenes atacando poblaciones de ninfas, algunos se encontraron cerca de poblaciones y por medio de literatura (Kondo *et al*., 2017) y estudios realizados se corroboró que son enemigos naturales de *D. citri.*

Para evaluar la incidencia en campo de parasitoides, sólo se calculó la tasa de parasitismo para el sector Buenavista, debido a que de todos los sectores muestreados sólo en dicho sector se encontraron adultos de parasitoides y ninfas con síntomas de parasitismo, de las cuales posteriormente se obtuvo el adulto en laboratorio.

De las especies de parasitoides encontradas, *Diaphorencyrtus* sp., fue la especie más abundante, la cual presentó una tasa de parasitismo del 7,76 % (Tabla 2). En cuanto a la especie *Tamarixia radiata* no se pudo obtener la tasa de parasitismo debido a que sólo se encontró una ninfa parasitada en el sector Trapichillo y un adulto en el sector Buenavista.

En lo que respecta a la incidencia de los hongos entomopatógenos, el 43,16 % de los adultos aislados no desarrolló ninguna colonia de hongo, obteniéndose una tasa de infección del 56,84 %, de la cual, el 49,47 % fue por *Cladosporium* sp., el 1,05 % de *Fusarium* sp., 1,05 % de *Aspergillus* sp. y 5,26 % de *Alternaria* sp (Tabla 3).

Tabla 2. Tasa de parasitismo y número de ninfas de *Diaphorina citri* colectadas durante el periodo de muestreo noviembre 2018 – febrero 2019.

Sector	M1 09/11/2918	M2 22/11/2018	M3 17/12/2018	M4 24/01/2019	Total de ninfas	Ninfas parasitadas	Tasa de parasitismo (*Diaphorencyrtus* sp)
Buenavista	46	30	17	10	103	8	7,76 %
Cementerio	10	0	0	0	10	0	0
Parque 1ro de Mayo	16	7	5	0	28	0	0
Trapichillo (entrada)	10	0	0	0	10	0	0
Guayabal	34	19	16	0	69	0	0
Trapichillo	37	21	14	0	72	0	0

Tabla 3. Tasa de infestación de los hongos benéficos obtenidos a partir del aislamiento de adultos de *Diaphorina citri*.

	Buenavista	Cementerio	Parque 1ro de mayo	Trapichillo (entrada)	Trapichillo	Guayabal	Total	Tasa de Infestación
Sin Colonia	6	0	3	0	32	0	41	43,16 %
Cladosporium sp	35	0	8	0	4	0	47	49,47 %
Fusarium sp	1	0	0	0	0	0	1	1,05 %
Aspergillus sp	1	0	0	0	0	0	1	1,05 %
Alternaria sp	0	0	3	0	2	0	5	5,26 %
Total	43	0	14	0	38	0	95	100 %

5 Discusión

La presente investigación determinó la presencia de 17 especies de enemigos naturales asociados a *Diaphorina. citri*, de los cuales 13 son artrópodos y cuatro son hongos entomopatógenos. Dentro de los artrópodos, 11 son depredadores, distribuidos en tres familias: Coccinelidae, Chrysopidae y Anthocoridae, pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Neuroptera y Hemiptera respectivamente. Las dos especies restantes son himenópteros parasitoides pertenecientes a dos familias, Encyrtidae y Eulophidae. Las especies encontradas se encuentran entre las 101 especies de artrópodos reportados en el mundo como enemigos naturales de *D. citri* (Hernández *et al*., 2014; Kondo *et al*., 2015b; Sánchez *et al*., 2015).

Diversos estudios en Colombia (Kondo, 2017) y en México (Rodríguez *et al*., 2012; Cortez *et al.,* 2010; González *et al.,* 2012; Lozano y Jasso, 2012) reportan las especies encontradas como depredadores y de uso potencial para el control biológico de *D. citri*. De las especies identificadas, la más frecuente fue *Cheilomenes sexmaculata*, especie reportada en Guayaquil alimentándose de ninfas de *D. citri* (Chavez *et al*., 2017), siendo ésta considerada como uno de los depredadores más efectivos para el control de poblaciones de ninfas de *D. citri* (Shivankar y Rao, 2010). Otras especies encontradas cerca de poblaciones de ninfas de *D. citri* y que según Shivankar y Rao (2010), Cortéz *et al.* (2016) y Palomares *et al*. (2016) poseen una alta eficiencia en el control de *D. citri,* es *Chrysopa* sp. Su eficiencia depredadora se constató en el laboratorio al colocar diez pulgones y una ninfa de *D. citri* para su alimentación: se observó que, a pesar de la abundancia de pulgones, *Chrysopa* sp. optó por alimentarse de la ninfa de *D. citri.*

Una característica muy general de los demás artrópodos encontrados es que son generalistas, es decir, que no sólo se alimentan de ninfas de *D. citri*, a excepción del ectoparasitoide *Tamarixia radiata* y el endoparasitoide *Diaphorencyrtus aligarhensis,* que se han reportado como parasitoides primarios específicos de ninfas de *D. citri* (Hernández *et al*.,

2014; Kondo *et al*., 2015; Sánchez *et al*., 2015; Chávez *et al*., 2016; Restrepo *et al.*, 2016; Arias *et al*., 2016; Gómez *et al.*, 2012). A pesar de que no se pudo calcular la tasa de parasitismo de *Tamarixia radiata* porque sólo se encontraron dos especímenes, su tasa de parasitismo puede llegar a alcanzar un amplio rango (0 a 80 %) (Cortéz *et al*., 2010; Robles *et al.*, 2010; Sánchez, 2010; Chavez *et al*., 2017; Kondo, 2017; Rodriguez *et al*., 2012), este amplio rango se debe a diversos factores tales como condiciones ambientales favorables tanto para ninfas de *D. citri* como para *T. radiata*, uso de insecticidas, presencia de organismos beneficos entre otros, registrandose las mayores tasas de parasitismo a 26,3 °C (Gómez *et al.*, 2012), por lo que esta especie podría ser eficiente para controlar poblaciones de *D. citri* en el sector de Catamayo si se incrementara su población.

Diaphorencyrtus sp., al igual que *D. aligarhensis* es un endoparásito de ninfas de *D. citri*; mientras la ninfa está parasitada, esta continúa alimentándose y desarrollándose hasta que el parasitoide alcanza el cuarto estadio, luego la ninfa muere y se convierte en momia (Rohrig *et al*., 2011). La especie *Diaphorencyrtus* sp., se encontró únicamente en el sector Buenavista, esto podría ser a que en este lugar se detectó el primer foco infeccioso de la plaga, además por ser donde se presenció la mayor población de ninfas de *D. citri*. En otros sectores no se detectó la presencia de parasitoides, esto probablemente se dio por las aplicaciones de insecticidas que algunos vecinos nos mencionaron, ya que, según Miranda y López, (2010) este es un factor que provoca la disminución considerable de la fauna benéfica (parasitoides y depredadores). La tasa de parasitismo de *Diaphorencyrtus* sp. fue del 7,76 %, resultado similar (6,3 %) al obtenido en México por Cortéz *et al.* (2010) bajo condiciones similares. La baja tasa de parasitismo de *Diaphorencyrtus* sp., es posible que se deba a la presencia de otros insectos benéficos como es el caso de los depredadores que pueden llegar a alimentarse de ninfas ya parasitadas antes de llegar a momificarse y al uso de insecticidas que, además de reducir la

cantidad de fauna benéfica, reduce las de poblaciones de ninfas de *D. citri*, y en consecuencia la reproducción de *Diaphorencyrtus* sp. (Rohrig *et al.*, 2012).

En cuanto a hongos entomopatógenos no se encontraron ninfas ni adultos micosados en campo, posiblemente por la falta de humedad del sector, puesto que es muy seco y las plantas traspatio no disponen de riego ni de sombra alguna que le permitan mantener la humedad óptima (81 – 92 %) para el desarrollo de hongos entomopatógenos (Ortíz *et al.*, 2011). Aun así, se constató la presencia de hongos: a partir del aislamiento de adultos vivos de *D. citri* se obtuvieron cepas de hongos de los géneros *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. y *Alternaria* sp. Estos géneros corresponden a varias cepas reportadas por Kondo *et al*. (2015), Hall *et al.* (2012) y Mellín *et al*. (2016), quienes mencionan que estas cepas pueden ser útiles para la elaboración de bioplaguicidas para el control de *D. citri*, a excepción de *Aspergillus* sp., y *Alternaria* sp., que aún no se han reportado como enemigos naturales de *D. citri,* por lo que se podrían hacer pruebas para evaluar si es posible usarlo como controlador de poblaciones de la plaga.

Las especies encontradas por su eficiencia como controladores de *D. citri* y su presencia en el cantón Catamayo, podrían representar una solución para controlar poblaciones de *D. citri,* reduciendo la dependencia de insecticidas que contaminan a otros elementos bióticos (depredadores, parasitoides, polinizadores, animales, plantas, hombre) y sistemas abióticos (suelo, agua y aire), amenazando de esta manera su estabilidad (Rodríguez *et al.*, 2014). Además, por causa de los residuos que dejan los insecticidas, las personas llegan a desarrollar enfermedades a largo plazo, tales como cáncer, daños al sistema reproductivo, al hígado, al cerebro y a otras partes del cuerpo (Conant y Fadem, 2011), llegando a provocar la muerte de aproximadamente 200.000 personas cada año (OMS, 2017).

Es por ello que, con la presente investigación, se pretende dar a conocer los organismos benéficos asociados a *D. citri* y su potencial como controladores biológicos, para usarlos e

implementarlos como una alternativa de control amigable con el medio ambiente, evitando la propagación de la plaga hacia plantaciones de cítricos y con ello la diseminación de la enfermedad HLB que ésta transmite.

6 Conclusiones

Se identificaron 13 especies de insectos benéficos asociados a *D. citri*, de los cuales 11 son depredadores distribuidos en tres familias y tres órdenes: Coccinellidae - Coleoptera, Anthocoridae – Hemiptera, y Chrysopidae – Neuroptera, siendo la familia Coccinellidae la más abundante. Las dos especies restantes son parasitoides de las familias Eulophidae y Encyrtidae, ambas del orden Himenoptera.

Dentro de los hongos entomopatógenos se identificaron cuatro géneros: *Cladosporium* sp y *Fusarium* sp., que han sido reportados como enemigos naturales de *D. citri*, *Aspergillus* sp y *Alternaria* sp., que hasta la actualidad aún no se han reportado como enemigos naturales.

En lo que respecta a las tasas de eficiencia en campo se obtuvo un 7,76 % de parasitismo de *Diaphorencyrtus* sp, un 49,47 % de infección de *Cladosporium* sp., el 1,05 % de *Fusarium* sp., y 1,05 % de *Aspergillus* sp., y 5,26 % de *Alternaria* sp.

7 Recomendaciones

Una vez concluida la presente investigación se sugiere continuar realizando investigaciones sobre otros aspectos sobre enemigos naturales de *D. citri*:

- Evaluar la tasa de depredación en laboratorio de los depredadores que se identificaron para luego llegar a establecer un programa de control biológico haciendo uso del potencial que estos depredadores poseen.
- Investigar sobre la patogenicidad de *Aspergillus* sp. y *Alternaria* sp., sobre ninfas y adultos de *D. citri,* en condiciones controladas de humedad y temperatura para poder determinar si son especies entomopatógenos que puedan ayudar al control de poblaciones de *D. citri*.
- Aunque no se haya encontrado poblaciones altas de *D. citri*, y aun no esté presente en plantación de cítricos, es importante realizar monitoreos constantes para estar al tanto de la dinámica poblacional tanto de la plaga como de los enemigos naturales, y poder evitar su propagación hacia plantaciones de cultivos de cítricos.

Las especies identificadas como enemigos naturales, podrían utilizarse para establecer programas de control biológico, aprovechando su potencial como reguladores de poblaciones de ninfas de *Diaphorina citri*.

8 Bibliografía

Arias Ortega P.L., Restrepo García A.M. y Soto Giraldo A. (2016).- Primer registro de *Diaphorencyrtus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) en Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 20 (1): 157-165. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.1.12

Barnett, H. L. and Hunter, B. B., (1998). Illustrated Genera of Imperfect Fungi. U.S.A: APS PRESS.

Barrera, J. F., Herrera, J., Gómez, J. y Valle, J. (2012). Muestreo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en brotes de Limón. México.

Botero, V., Ochoa, A., Zamora, J. G., Reyes, A. O., Biología, D., Tobar, S. F. y Peñaranda, E. A. (2014). Identificación de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en los cultivos de cítricos de Colombia: una herramienta para implementar un sistema piloto de seguimiento de poblaciones del insecto vector del HLB. Medellin - Colombia: Edición, Adriana Ortiz Reyes.

Chavez, Y., Chirinos, D. T., González, G., Lemos, N., Fuentes, A., Castro, R. y Kondo, T. (2017). *Tamarixia radiata* (Waterston) and *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) as biological control agents of *Diaphorina citri* Kuwayama in Ecuador. Guayaquil - Ecuador: Chilean Journal of Agricultural Research 77(2).

Conant, J., y Fadem, P. (2011). Guía comunitaria para la Salud Ambiental. Berkeley, California, EE. UU.: Hesperian ISBN: 978-0-942364-59-0.

Cornejo, J. F. and E. J. Chica. (2014). First Record of *Diaphorina citri* (Hemiptera:Liviidae) in Ecuador Infesting Urban Citrus and Orange Jasmine Trees. J. Insect Sci. 14 (298): 1-3.

Cortéz Mondaca, E., López Arroyo, I. J., Rodríguez Ruíz, L., Partida Valenzuela, M. P. y Pérez Márquez, J. (2016). Especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri* Kuwayama

en cítricos y capacidad de depredación en Sinaloa, México. Sinaloa - México: ISSN 2007-0934.

Cortéz Mondaca, E., Lugo Angulo, N. E., Pérez Márquez, J. y Apodaca Sánchez, M. A. (2010). Primer Reporte de Enemigos Naturales y Parasitismo Sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. Sinaloa - México.

COSAVE. (2013a). Ficha Técnica de *Diaphorina citri* Kuwayama.

COSAVE. (2013b). Ficha Técnica de *Candidatus* Liberibacter.

Driesche, R. G., Hoddle, M. S. y Center, T. D. (2007). Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. Estados Unidos: University of Idaho Aberdeen, Idaho, USA.

Domínguez, J. C. (2017). El país, en alerta por enfermedad letal que ataca a los cítricos. Colombia: El Tiempo.

ESPAC. (2016). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Contínua.

Fernández, F. y Sharkey, M. J. (2006). Introducción a los Himenoptera de la Región Neotropical. Bogotá D.C.: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.

GAD Municipal Catamayo. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2014 – 2019.

Gómez, M., Nava, D. and Postali, J. (2012). Life Table of *Tamarixia radiata* (Himenoptera: Eulophidae) on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) at Different Temperatures. Journal of economic entomology 105(2):338-343.

González Cárdenas, J. C., Castellanos Sturemark, I. E., Fucikovsky Zac, L. J., López Herrera, M. y Sánchez Rojas, G. (2012). Coccinélidos como potenciales enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en un huerto de cítricos en Tuxpan, Veracruz, México. Veracruz - México: Revista Científica UDO Agrícola 12 (4): 855-860.

González, G. (2015). Los Coccinellidae de Ecuador [online]. Disponible en World Wide Web: http://www.coccinellidae.cl/paginasWebEcu/Paginas/InicioEcu.php

González, G. (2007). Los Coccinellidae de Perú [online]. Disponible en World Wide Web: http://www.coccinellidae.cl/paginasWebPeru/Paginas/InicioPeru.php

Gottwald, T.R. (2010). Current epidemiological understanding of citrus huanglongbing. Annu. Rev. Phytopathol. 48: 119-139.

Hall, D. G., M. L. Richardson, E. Ammar and S. E. Halbert. (2012). Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus Huanglongbing disease. Entomologia Experimentalis et Applicata 146: 207–223.

Herbario Virtual. (2018). Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. https://www.agro.uba.ar/catedras/fitopatologia/herbario

Hernández, F. L. M., J. I. López A., J. J. Velázquez M., M. A. Urías L., R. Gómez J. y A. Robles B. (2013). Eficacia biológica de compuestos químicos de bajo impacto ambiental aplicados al suelo y follaje contra *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en *Citrus latifolia* Tanaka. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4 (5): 687-7900

Hernández, R. M. (2016). "Inventario de Enemigos Naturales asociados a *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1907) (Hemiptera: Liviidae), en dos fincas de producción citrícola en el departamento de San Salvador, El Salvador". El Salvador.

Hernández Fuentes, L. M., Urías López, M. A., Gómez Jaimes, R., López Arroyo, J. I., Velázquez Monreal, J. J. y Orozco Santos, M. (2014). El Huanglongbing y su vector *Diaphorina citri* en limón persa en Nayarit: Recomendaciones para su manejo. Libro Técnico 3. Santiago Ixcuintla, México: [inifap] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Santiago Ixcuintla

Hoddle, M. S., C. D. Hoddle, S. V. Triapitsyn, S. Z. Khan, and M. J. Arif. (2014). How Many Primary Parasitoid Species Attack Nymphs of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in Punjab, Pakistan? Florida Entomologist 97: 1825–1828

Husain, M. A. and D. Nath. (1927). The citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Liviidae: Hemiptera). Memoirs of the Department of Agriculture in India, Entomology Series 10: 5–27.

Jung, S., Suyanaga, T. and Lee, S. (2010). Taxonomic review of the genus *Orius* (Anthocoridae) in the Korean Peninsula. Journal of Asia-Pacific Entomology, 64 - 74. doi:10.1016/j.aspen.2010.11.014.

Kondo, T., C. Tauber, Y.C. Guzman-Sarmiento, A. Mondragón and D. Forero. (2015). A checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) in the Department of Valle del Cauca, Colombia and the World. Insecta Mundi 0457:1-14.

Kondo, T. (2017). Protocolo de cría y liberación de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) Protocolo de cría y liberación de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae). Mosquera - Colombia: Corpoica.

Kondo, T., González F., G. y Guzmán Sarmiento, Y. C. (2017). Capítulo I. Enemigos naturales de *Diaphorina citri.* En T. Kondo (Ed.), Protocolo de cría y liberación de *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) (pp. 23-32). Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Lauwerys, R. (2001). Control Biológico / Parte IV: Herramientas y equipos. En J. M. Stellman, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. (págs. 4720, Volumen I). Madrid - España: Chantal Dufresne, BA.

Lellani, B. H., Aleman, J., Martínez, M. A., Suris, M. y Ravelo, J. (2012). Ciclo de vida horizontal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) sobre *Murraya paniculata* L. Revista de Protección Vegetal, 27.

Lerma Carbajal, J., Ibarra Tamez, A. R., Galván González, V., Martínez de la Cerda, J., Rodríguez Rodríguez, G. A., Tellez González, V. y Galicia Cavazos, J. P. (2015). Situación de la Citricultura en Nueva León. Nueva León - México.

Lomelí, F. J. R., Rodríguez L., E., Valdez, J. M. y Ortega A., L. D. (2010). Géneros de Coccinellidae asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en México. Resúmenes del 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y Huanglongbing en México. Monterrey, Nuevo León, México. Pp. 64-77

López Collado, J., López Arroyo, J.I., Robles García, P.L. and Marquez Santos, M. (2013). Geographic distribution of habitat, development, and population growth rates of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in Mexico. Journal of Insect Science. 13: 1-17.

López Arroyo J. I. y Mirand Salcedo, M. A. (2010). Avance de investigación para el manejo del psilido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en Michoacán. p. 73–85. In: Proceedings of the 3er Congreso Nacional Mitigación del daño ambiental en el Sector Agropecuario de México, México.

Lozano Contreras, M. G. y Jasso Argumedo, J. (2012). Identificación de Enemigos Naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en el estado de Yucatán México. Yucatán - México: C. P. 97454.

Mead, F. W. and Fasulo, T. R. (2010). Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). FDACS/DPI Entomology. Circular 180. University of Florida, Gainesville, FL.

Mellín Rosas, M. A., Sánchez González, J. A., Cruz Ávalos, A. M., Montesinos Matías, R. y Arredondo Bernal, H. C. (2016). Patogenicidad de Cepas de Hongos Entomopatógenos sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Condiciones de Laboratorio. México: Southwestern Entomologist, 41(3):791-800

Miranda, S. M. y López A., J. I. (2010). Fluctuación poblacional del Psílido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) y de sus enemigos naturales en Michoacán. Resúmenes del 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y Huanglongbing en México. Monterrey, Nuevo León, México. Pp. 13-18

OMS. (2017). "Los pesticidas son los responsables de la muerte de 200.000 personas cada año": ONU.

Ortíz Catón, M., Alatorre Rosas, R., Valdivia Bernal, R., Ortíz Catón, A., Medina Torres, R. y Alejo Santiago, G. (2011). Efecto de la Temperatura y Humedad Relativa sobre el desarrollo de los Hongos Entomopatógenos. Nayarit - México: Revista Biociencias.

Palomares Pérez, M., Ayala Zermeño, M. A., Rodríguez Vélez, B., de la Cruz Llanas, J. d., Sánchez González, J. A., Arredonde Bernal, H. C. y Córdoba Urtiz, E. G. (2016). Abundancia y depredación de *Ceraeochrysa Valida* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Diaphorina Citri* (Hemiptera: Liviidae) en Colima, México. Colima - México: ISSN 0719-3882.

Pineda, M. 2018. Foro: "Retos y desafios para el desarrollo agrícola de la provincia de Loja". Loja - Ecuador.

Portalanza, D. E., Sanchez, L., Plúas, M., Felix, I., Costa, V. A., Dias Pini, N. d. y Gómez Torres, M. L. (2017). First records of parasitoids attacking the Asian citrus psyllid in Ecuador. Ecuador: Adeney de Freitas Bueno.

Pourreza, A., Lee, W. S., Ehsani, R., Schueller, J. K. and Raveh, E. (2015). An optimum method for real-time in-field detection of Huanglongbing disease using a vision sensor. Computers and Electronics in Agriculture. 110: 221-232.

Ramos, D. Y. (2016). Identificación de hongos entomopatógenos de *Diaphorina citri* Kuwayama, en los departamentos del Valle del Cauca y Quindío, Colombia. Palmira - Colombia.

Restrepo García, A.M., Arias Ortega, P.L. y Soto Giraldo, A. (2016). Primer reporte de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) en el departamento de Caldas, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 20 (1): 204-210. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.1.15.

Robles, G. M. M., Velázquez M., J. J., Orozco S., M., Manzanilla R., M. A., Flores V., R., Arredondo B., H., Archila M., A. B., Núñez C., M. C., Barba R., M., Reyes M., J. G. y Rodríguez A, J. I. (2010). Bioecología del Psílido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano en Colima. Resúmenes del VI Simposio Internacional Citrícola. Tecomán, Colima. Pp. 31-73.

Robles González, M. M., Velázquez Monreal, J. J., Manzanilla Ramirez, M. Á., Orozco Santos, M., Medina Urrutia, V. M., López Arroyo, J. I., y Flores Virgen, R. (2013). Síntomas del Huanglongbing (HLB) en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] y su dispersión en el estado de Colima, México. Revista Chapingo. Serie horticultura. 19(1): 15-31.

Robles González, M. M., Orozco Santos, M., Manzanilla Ramírez, M. A., Velázquez Monreal, J. J., Carrillo Medrano y Silvia Heréndira. (2017). Efecto del HLB sobre el rendimiento de limón mexicano en Colima, México Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 5, junio-agosto, 2017, pp. 1101-1111

Rodríguez Quibrera, C. G. y Mendoza Herrera, A. (2014). Una amenaza para la citricultura mexicana. La Ciencia y el Hombre, Volumen XXVII Número 1. Disponible en: https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num1/articulos/amenaza-para-la-citricultura.html.

Rodríguez, A. M., Tamayo, S. S. y Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. La Habana - Cuba: versión On-line ISSN 1561-3003.

Rodríguez Palomera, M., Cambero Campos, J., Robles Bermúdez, A., Carvajal Cazola, C. y Estrada Virgen, O. (2012). Enemigos Naturales Asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Limón Persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 28(3): 625-629.

Rohrig, E., Shirk, P. D., Hall, D. G. and Stansly, P. A. (2011). Larval development of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), an endoparasitoid of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Annals of the entomological Society of America, 104: 50-58.

Rohrig E, Hall D. G., Qureshi J. A., and Stansly P. A.. (2012). Field release in Florida of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) an endoparasitoid of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) from mainland China. Florida Entomologist 95: 479–481.

Salcedo B. D., Hinojosa R. A., Mora A. G., Covarrubias G. I., De Paolis F. J. J., Mora F. S. y Cíntora G. C. L. (2010) Evaluación del impacto económico de Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. IICA. México. 144p.

Sánchez, B. M. (2010). Biología, ecología y control de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 48 p.

Sánchez González, J., Vizcarra Valdez, N., Moreno Carrillo, G., Alpizar Puente, R., Contreras Bermúdez, Y., Sandoval Rodríguez, D. y Cordoba Urtiz, E. (2015a). Manual de reproducción masiva de *Tamarixia radiata* Principal parasitoide del psílido asiático de los cítricos, vector del HLB. México: Col. Tepeyac. C.P. 28110.

Sánchez González J. A., Mellín Rosas M. A., Arredondo Bernal H. C., Vizcarra Valdez N. I., González Hernández A. y Montesinos Matías R. (2015). Psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). En: Arredondo-Bernal HC, Rodríguez del Bosque LA, editores. Casos de control biológico en México. Vol. 2. Guadalajara, México: Biblioteca Básica de Agricultura.pp. 339-372

Santivañez, C. T., Mora, A. G., Díaz, P. G., López, A. J. y Vernal, H. P. (2013). Citrus. Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: ISBN: 978-92-5-107711-5.

Shivankar, V. J. y Rao, C. N. (2010). Los psílidos y su gestión. Manejo de plagas en ecosistemas hortícolas 16 (1): 1-4.

SIRVEF (Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria) (2018). Vigilancia del huanglongbing.

Sommantico, S. (2019). HLB: La importancia de prevenir esta enfermedad que no tiene cura. *infocampo.com.ar*. Disponible en: https://www.infocampo.com.ar/hlb-la-importancia-de-prevenir-esta-enfermedad-que-no-tiene-cura/

Torres, J. L. (2012). Análisis de la producción, comercialización y rentabilidad de Limón en el Cantón Catamayo. Loja - Ecuador.

Vergara Ruiz, R. (2017). *Diaphorina citri* Kuwayama (hemiptera: Liviidae) de insecto-fitófago plaga cuarentenaria. Retrieved from Metroflor: http://www.metroflorcolombia.com/diaphorina-citri-kuwayama-hemiptera-liviidae-de-insecto-fitofago-a-plaga-cuarentenaria/.

Yépez, A. B. (2015). Boletín Situacional de Naranja / MAGAP. Quito - Ecuador: CGSIN.

Zamora Mejías, D. y Hanson, P. (2017). Clave dicotómica para especies parasitoides e hiperparasitoides (Hymenoptera) de áfidos (Hemiptera: Aphididae) de Costa Rica.

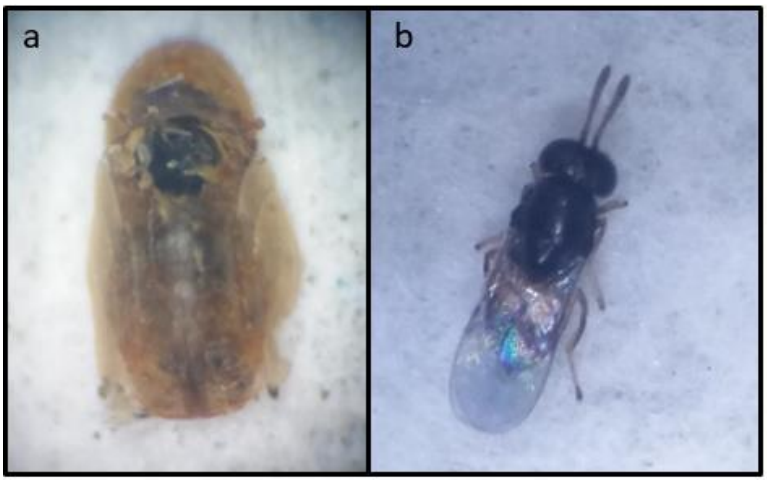
http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso, 28(3):565-575 ISSN 2215-3608, doi:10.15517/ma.v28i3.24640.

Zilch, R. J. (2016). Huanglongbing y su situación mundial. IX Seminario Internacional de Cítricos. Lima - Perú.

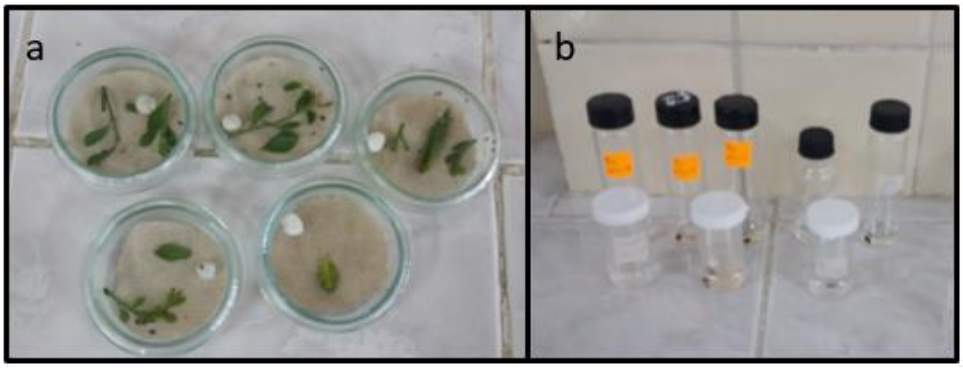
9 Anexos.

Anexo 1. Salida de campo. **a.** Captura de adultos de *Diaphorina citri* y enemigos naturales. **b.** Inspección de brotes.

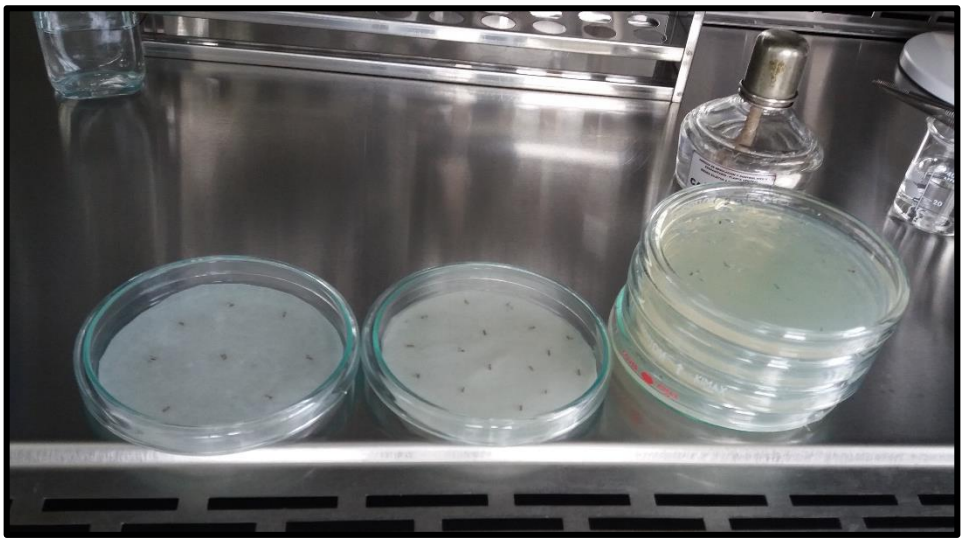
Anexo 2. Vasos con tela de polipropileno donde se colocaron los brotes para la emergencia de parasitoides de *Diaphorina citri*.



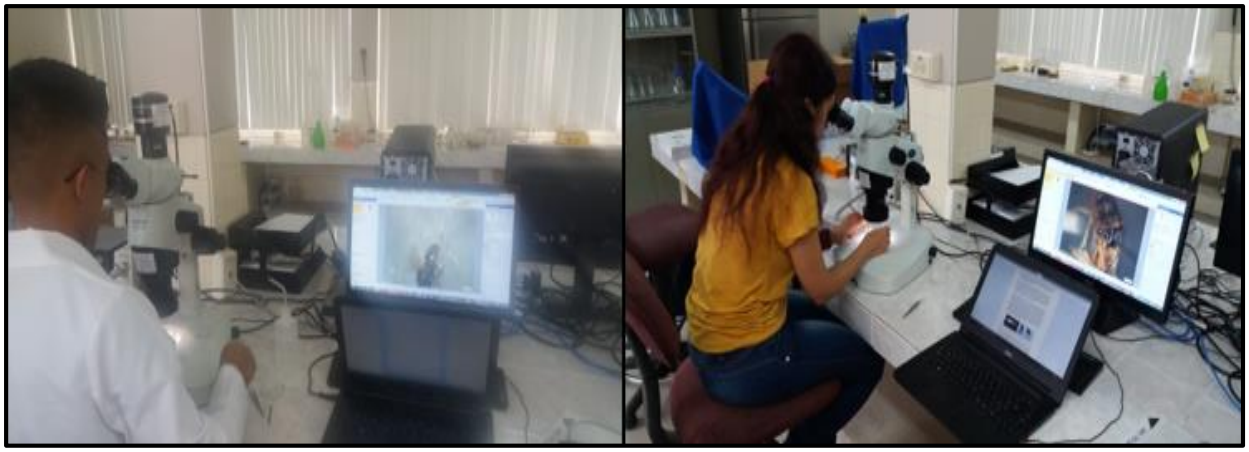
Anexo 3. Emergencia del parasitoide *Diaphorencyrtus* sp.



Anexo 4. Emergencia de depredadores. **a.** Ninfas de depredadores. **b.** Adultos de depredadores en alcohol al 70 %.



Anexo 5. Aislamiento de adultos de *D. citri* en medio PDA y en cámara húmeda para la formación de colonias de hongos entomopatógenos.



Anexo 6. Identificación de enemigos naturales de *D. citri*.

Anexo 7. Socialización de resultados con los estudiantes del Cuarto Ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Primer Muestreo: 09/11/2018

Sector	Especie	N° Especies	N° de ninfas *D citri*
Buenavista	*Cheilomenes sexmaculata*	1	46
	Diaphorencyrtus sp	15	
	Rodolia cardinalis	1	
	Hyperaspis esmeralda	1	
	Orius sp	1	
Cementerio	-	-	10
Parque 1ro de Mayo	-	-	16
Entrada a Trapichillo	*Azya orbigera*	2	10
Trapichillo	-	-	34
Guayabal	-	-	37

Segundo Muestreo: 22/11/2018

Sector	Especie	N° Especies	N° de Ninfas *D. citri*
Buenavista	*Diphorencyrtus* sp	6	30
	Cheilomenes sexmaculata	1	
Cementerio	-	-	0
Parque 1ro de Mayo	*Diaphorencyrtus* sp	2	7
Entrada a Trapichillo	*Cheilomenes sexmaculata*	2	0
Trapichillo	-	-	19
Guayabal	*Hyperaspis onerata*	1	21
	Cheilomenes sexmaculata	2	

Tercer Muestreo: 17/12/2018

Sector	Especie	N° Especies	N° de ninfas *D. citri*
Buenavista	*Chrysopa* sp	2	17
	Tamarixia radiata	1	
	Hyperaspis esmeralda	2	
	Diomus sp	2	
	Hyperaspis onerata	1	
Cementerio	*Hippomadia convergens*	1	0
Parque 1ro de Mayo	*Hyperaspis onerata*	1	5
Entrada a Trapichillo	-	-	0
Trapichillo	*Tamarixia radiata*	1	16
Guayabal	*Chysopa* sp	1	14
	Cheilomenes sexmaculata	1	

Cuarto Muestreo: 24/01/2019

Sector	Especie	N° Especies	N° de ninfas *D. citri*
Buenavista	*Chrysopa* sp	2	10
	Paraneda pallidula	1	
	Pentilia sp	1	
	Orius sp	1	
Cementerio	-	-	0
Parque 1ro de Mayo	*Hyppomadia convergens*	1	0
	Cheilomenes sexmaculata	1	
Entrada a Trapichillo	-	-	0
Trapichillo	*Cheilomenes sexmaculata*	1	0
Guayabal	-	-	0

Anexo 8. Insectos controladores de poblaciones de ninfas de *Diaphorina citri* colectados durante el periodo de muestreo noviembre 2018 – febrero 2019

Ninfas D. citri y Enemigos naturales	Número de especímenes en cada localidad						
Especie	Buenavista	Cementerio	Parquelro de mayo	Entrada a Trapichillo	Trapichillo	Guayabal	Total
Ninfas de *Diaphorina citri (Kuwayama).*	103	10	28	10	72	69	282
Depredadores							
a) *Azya orbigera ecuadorica (Gordon, 1980).*	0	0	0	2	0	0	2
b) *Cheilomenes sexmaculata (Fabricius, 1781).*	2	0	1	2	1	3	9
c) *Hyperaspis esmeralda (Gordon & González, 2011).*	3	0	0	0	0	0	3
d) *Hippodamia convergens (Guerin-Meneville, 1842).*	0	1	1	0	0	0	2
e) *Paraneda pallidula (Mulsant, 1850).*	1	0	0	0	0	0	1
f) *Pentilia sp.*	1	0	0	0	0	0	1
g) *Rodolia cardinalis (Mulsant, 1850).*	1	0	0	0	0	0	1
h) *Hyperaspis onerata (Mulsant, 1850).*	1	0	1	0	0	1	3
i) *Diomus sp.*	2	0	0	0	0	0	2
j) *Chrysopa spp.*	4	0	0	0	0	1	5
k) *Ortus spp.*	1	1	0	0	0	0	2
Parasitoides							
l) *Diaphorencyrtus sp.*	21	0	2	0	0	0	23
m) *Tamarixia radiata (Waterston, 1922).*	1	0	0	0	2	0	2
Hongos entomopatógenos							
Cladosporium sp.	43	0	0	0	4	0	47
Fusarium sp.	1	0	0	0	0	0	1
Aspergillus sp.	1	0	0	0	0	0	1
Alternaria sp.	3	0	0	0	2	0	5
Total	86	2	5	4	8	5	110

Discusión.

Las especies encontradas se encuentran entre las 101 especies de artrópodos reportados en el mundo como enemigos naturales de *D. citri* (Hernández *et al*., 2014; Kondo *et al*., 2015b; Sánchez *et al*., 2015).

Cheilomenes sexmaculata, especie ya reportada en Guayaquil alimentándose de ninfas de *D. citri* (Chavez et al., 2017), siendo ésta considerada como uno de los depredadores más efectivos para el control de poblaciones de ninfas de *D. citri* (Shivankar y Rao, 2010).

Según Shivankar y Rao (2010), Cortéz *et al*. (2016) y Palomares *et al*. (2016), *Chrysopa* sp., posee una alta eficiencia en el control de *D. citri*.

La tasa de parasitismo de Tamarixia radiata (0 a 80 %) (Cortéz *et al*., 2010; Robles *et al*., 2010; Sánchez, 2010; Chavez *et al*., 2017; Kondo, 2017; Rodriguez *et al*., 2012), podría ser eficiente para controlar poblaciones de D. citri, además las altas tasas de parasitismo suceden a 26,3 °C (Gómez et *al*., 2012).

La tasa de parasitismo de *Diaphorencyrtus* sp., del 7,07 %, es similar (6,3 %) al obtenido en México por Cortéz *et al*. (2010). Según Rohrig et al. (2012), la presencia de otros insectos benéficos y el uso de insecticidas puede reducir la tasa de parasitismo.

Los géneros de hongos identificados corresponden a varias cepas reportadas por Kondo et al. (2015b), Hall *et al*. (2012) y Mellín *et al*. (2016), los mismos que pueden ser útiles para la elaboración de bioplaguicidas para el control de *D. citri*, a excepción de *Aspergillus* sp., y *Alternaria* sp., que aún no se han reportado como enemigos naturales de *D. citri*.

E-mail: erraezmarlon@gmail.com **Telf.** 0985993105

AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Introducción

Los cítricos son una fruta con un elevado contenido vitamínico que presentan una producción a nivel mundial de más de 70 millones de toneladas (Zilch, 2016)

En Ecuador el cultivo de cítricos en los últimos años se ha incrementado sustancialmente, aportando en gran parte a la economía del país (Yépez, 2015), cultivándose superficie de 22 mil hectáreas de las cuales se obtiene una producción de 104 mil toneladas (ESPAC, 2016).

En los últimos años se ha centrado la atención en el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), el cual es trasmisor de la bacteria *Candidatus* Liberibacter, que es la causante de la enfermedad comúnmente conocida como "Huanglongbing" (HLB), considerada como la más devastadora en plantaciones de cítricos (Gottwald, 2010; Hernández *et al.*, 2013).

Objetivos

General.

Identificar insectos y hongos benéficos asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y evaluar su incidencia natural como iniciativa de control en plantas traspatio de (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

Específicos.

Identificar insectos que atacan a *Diaphorina citri* Kuwayama en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

Identificar hongos entomopatógenos aislados de los adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

Evaluar el porcentaje de incidencia natural de organismos benéficos que atacan a *Diaphorina citri* en plantas traspatio (*Citrus* sp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Metodología

La presente investigación se realizó en la zona urbana del cantón Catamayo, que se encuentra a 38 Km noroeste de la provincia de Loja, en torno a los dos focos infecciosos constatados de *Diaphorina citri*.

Los muestreos se los realizo cada 10 a 15 días por dos meses (cuatro muestreos totales), en horas de la mañana, en plantas jóvenes traspatio (< 4 años) de Mirto (*Murraya paniculata*) y cítricos (*Citrus* spp.), en los sectores: Buenavista, El Cementerio, Parque 1ro de mayo, Trapichillo y El Guayabal.

Se muestrearon aproximadamente 40 plantas traspatio a una altura de 1,5 a 1,7 m (estrato medio de la planta), y la identificación de las especies se la realizó en el laboratorio de entomología de AGROCALIDAD.

Identificación de Insectos Benéficos.

Depredadores: En un área de 20 cm^3 de cada punto cardinal de la planta, se colectaron larvas o adultos de insectos que estén atacando o cerca de poblaciones de ninfas de *Diaphorina citri*.

En laboratorio a las larvas se las crio hasta obtener el adulto, para la identificación con claves taxonómicas de González (2007).

Parasitoides: Se colectó un brote tierno de 7 a 10 cm de longitud de cada punto cardinal, se las llevó a laboratorio donde se las ubico en vasos cubiertos con tela de polipropileno para evitar el escape de los adultos del psílido o de avispitas parasitoides emergidas de las ninfas (Barrera et al., 2012).

Posteriormente se identificó mediante claves taxonómicas e imágenes de Arias (2016), Fernández y Sharkey (2006).

AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Identificación de Hongos Benéficos.

Se revisaron las mismas cuatro ramas de los cuatro puntos cardinales donde se ubicaron los brotes tiernos, y en ellas se buscaron adultos muertos de *D. citri*, aparentemente con síntomas de infección por hongos entomopatógenos (Ramos, 2016).

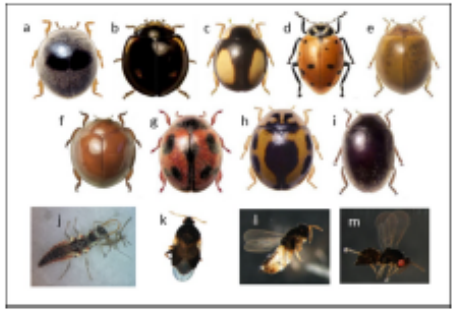
En el laboratorio de Fitopatología de AGROCALIDAD se desinfectó con cloro al 1%, y se colocaron en medio PDA y cámara húmeda. Al cabo de 8 días a 26 °C, se extrae parte del micelio en porta objetos para la identificación mediante claves taxonómicas de Barnett y Hunter, (1998).

Evaluación de la Incidencia de Enemigos Naturales en Campo.

$$\text{Porcentaje de parasitismo} = \frac{\text{Ninfas Parasitadas}}{\text{Total de Ninfas muestreadas}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de hongos entomopatógenos} = \frac{\text{Adultos muertos por hongos}}{\text{Total de Adultos muestreados}} * 100$$

Resultados



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Anexo 9. Tríptico para la socialización de resultados.