



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO  
(*Diaphorina citri*) EN CÍTRICOS UBICADOS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL  
LA PRADERA, PARROQUIA SAN JOSÉ DE CHALTURA, ANTONIO ANTE”

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

Alex Mauricio Collahuazo Morales

**DIRECTORA:**

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

**Ibarra, julio 2020**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL PSÍLIDO  
ASIÁTICO (*Diaphorina citri*) EN CÍTRICOS UBICADOS EN LA GRANJA  
EXPERIMENTAL LA PRADERA, PARROQUIA SAN JOSÉ DE CHALTURA,  
ANTONIO ANTE”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:



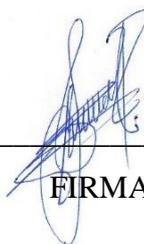
Ing. Julia Prado PhD.

**DIRECTORA**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

MSc. Franklin Sánchez.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



\_\_\_\_\_  
FIRMA

MSc. Alexandra Jácome.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



\_\_\_\_\_  
FIRMA

MSc. Marcelo Albuja.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



\_\_\_\_\_  
FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100404200-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Collahuazo Morales Alex Mauricio		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Antonio Ante, Andrade Marín, barrio "Santa Bernardita"		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:amcollahuazom@utn.edu.ec">amcollahuazom@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062-530-162	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0991717345

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	"EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO ( <i>Diaphorina citri</i> ) EN CÍTRICOS UBICADOS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, PARROQUIA SAN JOSÉ DE CHALTURA, ANTONIO ANTE"
<b>AUTOR (ES):</b>	Alex Mauricio Collahuazo Morales
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	20 de julio del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Julia Prado, PhD.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de julio de 2020.

**EL AUTOR:**

(Firma).....

Nombre: Collahuazo Morales Alex Mauricio

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de julio de 2020



---

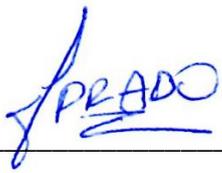
Firma

Alex Mauricio Collahuazo Morales

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alex Mauricio Collahuazo Morales, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 20 días del mes de julio de 2020



---

Dra. Julia Prado PhD.

**DIRECTORA DE TESIS**

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 20 días del mes de julio del 2020

**Alex Mauricio Collahuazo Morales:** “Evaluación de la dinámica poblacional del psílido asiático (*Diaphorina citri*) en cítricos ubicados en la Granja Experimental La Pradera, parroquia San José de Chaltura, Antonio Ante” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 20 días del mes de julio del 2020, 108 páginas.

### **DIRECTORA:**

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* en tres especies de cítricos ubicados en la Granja Experimental La Pradera

Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar la población de *Diaphorina citri* durante las etapas fenológicas de los cítricos, establecer si existe una relación entre la fluctuación poblacional de *D. citri* con respecto a la precipitación y temperatura de la zona y determinar la presencia de posibles enemigos naturales en los cultivos de cítricos.



---

**Dra. Julia Prado PhD.**

**Directora de Trabajo de Grado**



---

**Alex Mauricio Collahuazo Morales**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*A todos quienes fueron parte de este proceso que me llevo hasta el culminen de esta etapa estudiantil, a quienes con sus consejos me llevaron a plantearme nuevas metas para mi futuro, a aquellos educadores que sembraron la semilla de la curiosidad en mí y me guiaron para ser una mejor persona y profesional. A mis compañeros de aula con quienes compartí una gran amistad.*

*El más grande agradecimiento a mi familia quienes con su ejemplo de coraje, temple, honestidad, respeto, bondad y perseverancia fueron los pilares de mi vida, en especial a mis padres por todo el amor, el apoyo y la confianza.*

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo investigativo lo dedico a mis padres por su amor, apoyo, trabajo y sacrificio durante todos estos años, por quienes he logrado llegar hasta este momento de mi vida y ser la persona que soy hoy, es para mí un privilegio y orgullo llamarme su hijo, son los mejores amigos, maestros y padres.*

*A mis hermanas por cada palabra de apoyo, cada muestra de afecto y por estar siempre presentes durante todas las etapas de mi vida.*

*A todos aquellos que han sido parte de este camino y han hecho que este trabajo se realice con éxito.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
CAPITULO I.....	- 1 -
1. INTRODUCCIÓN .....	- 1 -
1.1. Antecedentes .....	- 1 -
1.2. Problema de investigación.....	- 3 -
1.3 Justificación .....	- 5 -
1.4 Objetivos.....	- 6 -
1.4.1. Objetivo general .....	- 6 -
1.4.2 Objetivos específicos .....	- 6 -
1.5 Hipótesis .....	- 6 -
CAPITULO II.....	- 7 -
2. MARCO TEÓRICO.....	- 7 -
2.1. Cítricos .....	- 7 -
2.1.1. Origen y distribución .....	- 8 -
2.2. Cítricos del Ecuador .....	- 8 -
2.2.1. Zonas de producción.....	- 10 -
2.2.2. Factores de producción .....	- 10 -
2.2.3. Suelo .....	- 10 -
2.2.4. Clima.....	- 10 -
2.2.5. Riego .....	- 11 -
2.2.6. Fertilización.....	- 12 -
2.2.7. Plagas y enfermedades de los cítricos .....	- 12 -
2.2.8. Control biológico .....	- 15 -
2.2.9. Insectos benéficos.....	- 17 -
2.2.10. Fenología de los cítricos .....	- 18 -

2.3. Marco legal .....	- 19 -
CAPÍTULO III .....	- 21 -
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	- 21 -
3.1. Caracterización del área de estudio .....	- 21 -
3.1.1. Ubicación geográfica .....	- 21 -
3.1.2. Características climáticas .....	- 23 -
3.2. Materiales, equipos e insumos .....	- 23 -
3.2.1. Materiales .....	- 23 -
3.2.2. Equipos .....	- 24 -
3.3. Métodos .....	- 24 -
3.3.1. Factores en estudio .....	- 24 -
3.3.2. Diseño experimental .....	- 25 -
3.3.3. Análisis de varianza .....	- 25 -
3.3.4. Características del experimento.....	- 25 -
3.3.5. Análisis estadístico .....	- 26 -
3.4. Variables.....	- 26 -
3.4.1. Número de insectos por trampa.....	- 26 -
3.4.2. Número de ninfas de <i>Diaphorina citri</i> por árbol .....	- 28 -
3.4.3. Determinación del estado fenológico de los cítricos .....	- 28 -
3.4.4. Temperatura y precipitación .....	- 29 -
3.4.5. Presencia de posibles enemigos naturales.....	- 30 -
3.5. Manejo específico del experimento.....	- 35 -
3.5.1. División de bloques .....	- 35 -
3.5.2. Selección y etiquetado de los árboles .....	- 35 -
3.5.3. Toma de muestras entomológicas .....	- 36 -
3.5.4. Conteo, clasificación e identificación de insectos en las muestras entomológicas .....	- 36 -
3.5.5. Labores culturales.....	- 38 -
CAPÍTULO V.....	- 39 -
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	- 39 -
4.1. Número de insectos por trampa amarilla.....	- 39 -
4.2. Insectos benéficos vs mosca de la fruta.....	- 40 -

4.3. Número de insectos benéfico totales por orden .....	- 44 -
4.4. Número de insectos benéfico por orden y cultivo.....	- 49 -
4.5. Determinación del estado fenológico de los cítricos.....	- 53 -
4.6. Número de insectos benéfico vs Fenología del cultivo .....	- 56 -
4.7. Temperatura .....	- 61 -
4.8. Presencia de enemigos naturales .....	- 63 -
4.8.1. Predadores .....	- 63 -
4.8.2. Parasitoides .....	- 76 -
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	- 86 -
5.1. Conclusiones .....	- 86 -
5.2. Recomendaciones.....	- 87 -
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA .....	- 88 -
7. ANEXOS .....	- 97 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Diaphorina citri</i> .....	- 13 -
Tabla 2. Estadios principales de crecimiento .....	- 18 -
Tabla 3. Características del lugar de estudio .....	- 22 -
Tabla 4. Parámetros climáticos de La Pradera .....	- 23 -
Tabla 5. Análisis de varianza .....	- 25 -
Tabla 6. Resumen general de resultados por fase de la investigación .....	- 39 -
Tabla 7. Análisis de varianza poblaciones de insectos benéficos vs mosca de la fruta-	41
-	
Tabla 8. Análisis de varianza de número de insectos benéficos.....	- 45 -
Tabla 9. Análisis de varianza mes, cítrico y orden de insectos benéficos .....	- 49 -
Tabla 10. Análisis de varianza del estado fenológico de los cítricos .....	- 54 -
Tabla 11. Número y porcentaje de coccinélidos capturados .....	- 64 -
Tabla 12. Resultados de cría de sírfidos en laboratorio .....	- 70 -

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Prueba LSD de Fisher porcentaje de tipo de insecto por mes en los tres cítricos. ....	- 97 -
<b>Anexo 2.</b> Número total y porcentaje de mosca de la fruta por cultivo y mes. ....	- 98 -
<b>Anexo 3.</b> Prueba LSD de Fisher para cultivo de cítrico por insectos benéficos al mes. ...	- 98 -
<b>Anexo 4.</b> Precipitación mensual. ....	- 99 -
<b>Anexo 5.</b> Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por orden y mes en lima. ....	- 100 -
<b>Anexo 6.</b> Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por orden y mes en mandarina. ....	- 101 -
<b>Anexo 7.</b> Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por orden y mes en limón. ...	- 102 -
<b>Anexo 8.</b> Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por fenología y mes en lima. ....	- 104 -
<b>Anexo 9.</b> Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por fenología y mes mandarina. ....	- 105 -
<b>Anexo 10.</b> Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por fenología y mes limón. ....	- 106 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Adulto de <i>Diaphorina citri</i> . ....	- 12 -
Figura 2. Árboles jóvenes de naranja dulce infectados por HLB. ....	- 14 -
Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio (Granja experimental La Pradera). ...	- 21 -
Figura 4. Levantamiento topográfico de lotes de La Granja La Pradera. ....	- 22 -
Figura 5. Croquis del experimento. ....	- 25 -
Figura 6. Colocación de trampa amarilla. ....	- 27 -
Figura 7. Zona de referencia para toma de datos: a) altura media del árbol y b) puntos cardinales del árbol. ....	- 27 -
Figura 8. Identificación de <i>Diaphorina citri</i> en laboratorio y clasificación de insectos benéficos por orden. ....	- 28 -
Figura 9. Estimación del estado fenológico de los cítricos. ....	- 29 -
Figura 10. Toma de precipitación diaria. ....	- 29 -

Figura 11. Interacciones entre predadores y plagas: a) Vespidae, Chrysopidae alimentándose de ninfas de mosca blanca y b) Coccinellidae predando pulgón. ....	31 -
Figura 12. Aspiradora manual. ....	31 -
Figura 13. Muestreo con red entomológica: a) pases de red y b) colocación de muestras en frasco letal. ....	32 -
Figura 14. Brote infestado por pulgón y huevos de coccinélido. ....	32 -
Figura 15. Áfidos: a) normal y b) parasitado. ....	33 -
Figura 16. Ninfas de mosca blanca: a) normal y b) parasitada. ....	33 -
Figura 17. Cámara de cría con frutos con orificios de ovoposición. ....	33 -
Figura 18. Clasificación de muestras entomológicas. ....	34 -
Figura 19. Cría de parasitoides de pulgón: a) pulgón momificado, b) parasitoides eclosionados y c) clasificación de parasitoides. ....	34 -
Figura 20. Colocado del distintivo de color en los árboles. ....	35 -
Figura 21. Etiquetado de árboles. ....	36 -
Figura 22. Muestras entomológicas: a) trampas amarillas y b) viales con insectos en alcohol. ....	36 -
Figura 23. Identificación de insectos: a) observación de placas con estereoscopio y b) montaje de insecto. ....	37 -
Figura 24. Enemigos naturales en estadios inmaduros: a) viales con lavas de sírfidos y b) tarrina con larva de coccinélido. ....	37 -
Figura 25. Población de insectos benéficos vs mosca de la fruta. ....	41 -
Figura 26. Porcentaje de insectos benéficos totales por orden. ....	44 -
Figura 27. Número de Insectos benéficos en tres cultivos de cítricos y precipitación de octubre del 2017 a marzo del 2018. ....	46 -
Figura 28. Número de insectos benéficos por orden en el cultivo de lima. ....	50 -
Figura 29. Número de insectos benéficos por orden en el cultivo de mandarina. ....	51 -
Figura 30. Número de insectos benéficos por orden en el cultivo de limón. ....	52 -
Figura 31. Porcentaje de ramas por categoría del estado fenológico de los cítricos por mes. ....	55 -
Figura 32. Insectos benéficos vs fenología del cultivo de lima. ....	56 -
Figura 33. Insectos benéficos vs fenología del cultivo de mandarina. ....	57 -
Figura 34. Insectos benéficos vs fenología del cultivo de limón. ....	58 -

Figura 35. Temperatura diaria (umbral de desarrollo y temperatura óptima para el desarrollo de <i>Diaphorina citri</i> ) comprendida entre octubre del 2017 a marzo del 2018....-	61 -
Figura 36. Estadios principales de <i>Hippdamia convergens</i> : a) huevo, b) larva y c) adulto.....-	64 -
Figura 37. Estadios principales de <i>Cycloneda sp</i> : a) huevo, b) larva y c) adulto.....-	65 -
Figura 38. Estadios principales de <i>Mulsantina sp</i> : a) huevo, b) larva y c) adulto (hembra y macho). ....-	65 -
Figura 39. <i>Harmonia sp adulto</i> .....-	66 -
Figura 40. <i>Neda sp adulto</i> . ....-	66 -
Figura 41. Coccinélido “A”.....-	67 -
Figura 42. Coccinélido “B”. ....-	67 -
Figura 43. Asílido vista lateral. ....-	69 -
Figura 44. Dolícopódido adulto.....-	69 -
Figura 45. Sírfido, morfo-tipo 1. ....-	71 -
Figura 46. Sírfido, morfo-tipo 2 .....-	71 -
Figura 47. Sírfido, morfo-tipo 3. ....-	72 -
Figura 48. Sírfido, morfo-tipo 4. ....-	72 -
Figura 49. Sírfido, morfo-tipo 5. ....-	73 -
Figura 50. Avispa (Vespidae).....-	73 -
Figura 51. Crisopa adulta (Chrysopidae). ....-	74 -
Figura 52. Hemeróbido adulto (Hemerobiidae). ....-	74 -
Figura 53. Antocórido adulto (Anthocoridae). ....-	75 -
Figura 54. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 1.....-	77 -
Figura 55. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 2.....-	77 -
Figura 56. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 3.....-	78 -
Figura 57. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 4.....-	78 -
Figura 58. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 5.....-	78 -
Figura 59. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 6.....-	79 -
Figura 60. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 7.....-	79 -
Figura 61. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 8.....-	79 -
Figura 62. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 9.....-	80 -

Figura 63. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 10.....	- 80 -
Figura 64. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 11.....	- 80 -
Figura 65. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 12.....	- 81 -
Figura 66. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 13.....	- 81 -
Figura 67. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 14.....	- 81 -
Figura 68. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 15.....	- 82 -
Figura 69. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 16.....	- 82 -
Figura 70. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 1.....	- 82 -
Figura 71. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 2.....	- 83 -
Figura 72. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 3.....	- 83 -
Figura 73. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 4.....	- 83 -
Figura 74. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 5.....	- 84 -
Figura 75. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 6.....	- 84 -
Figura 76. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 7.....	- 84 -
Figura 77. Parasitoide sírfido, morfo-tipo 1.....	- 85 -
Figura 78. Parasitoide de sírfido, morfo-tipo 2. ....	- 85 -

## RESUMEN

La producción cítrica en Ecuador se encuentra en riesgo ante la presencia, dispersión y establecimiento del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*), vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter spp* causante del Huanglongbing (HLB) o “greening” la enfermedad más seria y destructiva de la citricultura mundial. De ahí la necesidad de realizar investigaciones de la dinámica de la población de *D. citri*. El presente estudio tiene como objetivos: evaluar la dinámica poblacional del psílido asiático asociada a las condiciones climáticas de la zona, la fenología de los cultivos y la presencia de enemigos naturales. El trabajo se realizó en dos etapas, de octubre del 2017 a marzo del 2018 y de abril a julio del 2018 en tres cultivos de cítricos de La Granja Experimental “La Pradera” de Chaltura. Los muestreos se realizaron en 135 árboles elegidos al azar (45 de lima, mandarina y limón) bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). En la primera etapa se colocaron trampas amarillas en los árboles durante 30 días y se contó el número de insectos benéficos, adultos y ninfas de *Diaphorina citri*, además del número de ramas en los diferentes estados fenológicos de los cítricos, la temperatura y precipitación diaria de la zona. Por otro lado, de abril a julio se capturaron e identificaron insectos como enemigos naturales de plagas en los cítricos. Los resultados de los muestreos revelaron la ausencia de especímenes de *Diaphorina citri* (ninfas y adultos), posiblemente por la gran diversidad de enemigos naturales y las condiciones climáticas. Por lo que se estudiaron las interacciones entre los insectos benéficos clasificados por orden, la fenología del cultivo y las condiciones climáticas de la zona. Mostrándose una asociación positiva entre la presencia de flores y frutos con las poblaciones de insectos benéficos mientras las precipitaciones parecen no afectarlas en gran medida. En lo que respecta a los enemigos naturales se identificaron como predadores a 18 insectos de 8 familias y cinco órdenes (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera y Neuroptera), además, se encontraron 25 morfo-tipos de parasitoides de mosca blanca, pulgón y sírfidos del orden Hymenoptera.

## ABSTRACT

The citrus production in Ecuador is threatened by the presence, dispersion, and establishment of the Asian psyllid (*Diaphorina citri*), which is the vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter* spp. This bacterium produces Huanglongbing (HLB) or “greening” which is the most destructive citric disease around the world. Therefore, it is needed to research the dynamics of the population of *D. citri*. This research was aimed to evaluate the population dynamics of the Asian psyllid in association with the climatic conditions, crop phenology and natural enemies’ presence. This work was carried out in three different citrus crops during two phases, the first from October 2017 to March 2018 and the second from April to July 2018 in “La Pradera” farm in Chaltura. Sampling was done randomly in 135 trees (lime, tangerine, and lemon trees, 45 each one). Statistical set up was done using a complete randomized block design (CRBD), and analysis of variance (ANOVA) was executed. In the first phase, yellow traps were placed in the trees for 30 days and the number of beneficial insects and adults and nymphs of *D. citri* was counted. In addition, the branches were counted considering the phenological stage, furthermore, temperature and rainfall were registered. In the second phase, insects were captured and identified as natural enemies. The results did not show presence of *D. citri* (nymphs and adults), this could be due to the big diversity of natural enemies and climatic conditions. Therefore, the interactions between the beneficial insects classified by order, the phenology of the crop and climatic conditions were studied. Thus, a positive association between the existence of flower and fruits with the abundance of beneficial insects was identified. Moreover, rainfall seemed not to affect the abundance of these insects. Eighteen insects from 8 families and five orders (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera and Neuroptera). Furthermore, 25 parasitoids morphotypes against white flies, aphids and syrphids of Hymenoptera were found.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Los cítricos representan los frutos de mayor demanda a nivel mundial, por tal razón se han establecido cultivos en todas las zonas que gozan de condiciones adecuadas para su producción (Morin, 1980). Y de acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la producción mundial de cítricos en el 2015 fue de 130,9 millones de toneladas (FAO, 2017), así mismo, se calcula que se cultivan unas 7.4 millones de hectáreas de cítricos a nivel mundial considerándolo como uno de los cultivos más extendidos en el mundo (Zaragoza et al., 2011).

Por otro lado, para el 2015 los principales países productores de frutos cítricos (China, Brasil, India y Estados Unidos) concentraron el 56.9% de la producción mundial, obedeciendo a un incremento en la demanda internacional. Siendo los agrios más producidos: la naranja (52.4%) seguido por la mandarina (29.3%), la lima, el limón (11.8%) y por último el pomelo (6.5%) (FAO, 2017).

Mientras el incremento en la producción cítrica se enfrenta a varios retos enfocados a la calidad del producto, donde el manejo del cultivo y el control de plagas y enfermedades son de gran importancia en la producción, debido a que las exigencias del mercado mundial establecen altos estándares de calidad, se hace necesario un control fitosanitario adecuado (Sánchez y Mantilla, 2004).

Siendo la mayor amenaza para la citricultura mundial la enfermedad cuarentenaria llamada Huanglongbing (HLB), la que resulta un peligro para la industria y producción cítrica, debido a que causa una disminución en la producción, deterioro y posterior muerte de los árboles infectados (Bové, 2006). En este punto Lin (1956) menciona que el origen del HLB se encuentra en el sur de China, donde por muchos años se consideró que la enfermedad era causada por algún tipo de deficiencia, hasta que se demostró su transmisibilidad por injertos y vectores.

Por lo que se reportaron como vectores del HLB al psílido africano (*Trioza erythrae* del Guercio) (McClellan y Oberholzer, 1965) y asiático de los cítricos (*Diaphorina Citri* Kuwayama) (Martinez y Wallace, 1957). Y debido a que no se ha encontrado una cura para las bacterias causantes del HLB, el control debe ser preventivo manteniendo zonas libres de los vectores o al menos reducir sus poblaciones (Bové, 2006; Mora et al., 2014).

Aunque los dos insectos vectores representan una amenaza para la citricultura, el principal vector del HLB es *Diaphorina citri*, la cual es originaria del Sudeste de Asia (Hall, 2008). Encontrándose ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Alemán, Baños, y Ravelo, 2007; García, 2009; Halbert y Manjunath, 2004), reportándose desde su lugar de origen hasta América (Halbert y Núñez, 2004; Hall, 2008).

Por su parte Halbert y Núñez (2004) afirman que *Diaphorina citri* ha sido reportada en América en países como Brasil desde 1942, Argentina en 1984 (Vaccaro, 1994), Venezuela en 1999 (Cermeli, Morales, y Godoy, 2000), en México en 2002 (Lopez et al., 2008), y se encuentra en países de la cuenca del Caribe (Alemán et al., 2007; FAO, 2013; Halbert y Núñez, 2004).

Mientras que en Ecuador se ha reportado la presencia del psílido asiático de los cítricos desde el 2013 en la provincia del Guayas, en plantas ornamentales de jazmín naranjo (*Murraya exotica*) en la urbe de tres ciudades (Guayaquil, Samborondón y Durán) (Cornejo y Chica, 2014). Posteriormente se han encontrado infestaciones primarias en Santa Elena y Manabí en 2016 (Navarrete, Cañarte, y Valarezo, 2016).

Por su parte, de acuerdo con el último reporte de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD) se menciona que esta plaga se ha reportado en cinco provincias de la región costa (El Oro, Guayas, Los Ríos, Manabí y Santa Elena) y cuatro de la región sierra (Carchi, Cotopaxi, Imbabura y Loja) (AGROCALIDAD, 2017).

Aunque, AGROCALIDAD (2017); Cornejo y Chica (2014) afirman que los ejemplares colectados fueron confirmados como *Diaphorina citri*, aún no se ha detectado a las

bacterias causantes del HLB en territorio nacional, las pruebas PCR (Reacción en Cadena de Polimerasa) en muestras foliares y de psíidos fueron negativas para *Candidats Liberibacter spp.*

Por tal razón AGROCALIDAD (2017) menciona que Ecuador se encuentra libre de HLB, no obstante, se han implementado normativas para impedir la introducción de la enfermedad y dispersión del insecto vector *Diaphorina citri*. Asimismo, menciona que se continuará reuniendo esfuerzos junto a expertos en HLB, sus vectores y personal capacitado en cada provincia, puerto, aeropuerto y paso fronterizo con el fin de evitar el ingreso del HLB al país. Cabe señalar que Cornejo y Chica (2014) mencionan que los monitoreos y pruebas rápidas de diagnóstico seguirán llevándose a cabo, en las ciudades donde fue reportado el insecto vector del HLB.

## **1.2. Problema de investigación**

La FAO considera que el HLB es una enfermedad de especial atención con respecto a la citricultura de América Latina y el Caribe, debido al surgimiento de la enfermedad en 12 países de la región desde el año 2004, poniendo en riesgo las 2.13 millones de hectáreas de cítricos cultivados en esta zona (FAO, 2013). Además, Aubert (1987); Bové (2012) mencionan a esta enfermedad cuarentenaria como la más destructiva para la producción cítrica mundial.

Debido probablemente a que los niveles de incidencia del HLB van desde el 26% hasta el 100% (Mora et al., 2014). Y a que hoy en día, aún no se ha encontrado una cura para árboles infectados con HLB (Bové, 2006, 2012; Gottwald, Bassanezi, y da Graça, 2007). Por lo que al poco tiempo de infectados se ven decadentes, improductivos y mueren, de ahí que reportes provenientes principalmente de Asia, Sudáfrica y Brasil dejan ver que el HLB ha causado más de 63 millones de muertes de árboles (Bové, 2006; Manjunath, Halbert, Ramadugu, Webb, y Lee, 2008). Y de estos, más de 10 millones se reportaron en Brasil (Bassanezi, Montesino, y Stuchi, 2009; FAO, 2013). De ahí que, se evidencia la magnitud del problema que representa el posible ingreso del HLB al país.

Por otra parte, Bové (2006, 2012) menciona que el control del HLB debe ser enfocado hacia la prevención de sus vectores, siendo esta la única forma de reducir la incidencia de la enfermedad. De ahí la importancia del psílido asiático de los cítricos siendo la plaga de mayor importancia en el cultivo de cítricos. Además, el vector causa daños directos durante todo su ciclo de vida alimentándose de los brotes tierno de los árboles cítricos reduciendo la producción y aumentando los costos de manejo (Hall, 2008).

Además, existe un coste económico, social y ambiental provocados por el HLB y su vector en América debido a que el manejo del HLB y el vector ocasiona el aumento de los costos de producción en un 50% (Gottwald et al., 2007), sin embargo, las pérdidas causadas por el HLB se producen gradualmente luego de la infección a causa del patógeno, viéndose afectada la producción, calidad de los frutos y derivando en la muerte del árbol (FAO, 2013), o en casos como el de Brasil donde las pérdidas de producción por HLB van de un 41% a un 100%, llegando a reportarse pérdidas estimadas en millones de dólares anuales a la industria citrícola (Bassanezi et al., 2009).

Mientras que en el caso de Imbabura pese a los esfuerzos dispuestos por AGROCALIDAD para el monitoreo de *Diaphorina citri*, existe una falta de información del comportamiento de esta plaga y sus enemigos naturales en los cultivos de cítricos en la parroquia de San José de Chaltura, donde técnicos de AGROCALIDAD dieron la alerta mediante comunicación personal de la presencia del psílido asiático de los cítricos en los cultivos de La Granja Experimental La Pradera.

Lo expuesto anteriormente permite comprender el riesgo al que la industria citrícola nacional se ve expuesta con el posible ingreso y dispersión del HLB al país. Además, al estar al tanto de la importancia de conocer la distribución y dinámica poblacional del psílido asiático vector del HLB (*Diaphorina citri*) en las zonas productoras de cítricos. Se hace necesario implementar investigaciones enfocada a brindar la información antes descrita en zonas donde ha sido reportado.

### 1.3 Justificación

Una de las prioridades de los países es salvaguardar su patrimonio agrícola, lo cual se dificulta con la introducción de plagas exóticas resultante de la globalización e incremento de los intercambios comerciales (Quijano, 2013).

Por lo que en el sector cítrico se ha generado una preocupación por la presencia de *Diaphorina citri* y el posible ingreso del Huanglongbing (HLB) al país, se socializó el Plan de Acción Nacional para esta problemática en la ciudad de Manta (AGROCALIDAD, 2015). Y debido al reporte de *Diaphorina citri*, en Ecuador se aumenta el riesgo de que la plaga tenga una amplia distribución y se establezca la enfermedad en el país.

A esta situación se le suma el reporte del HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en el país fronterizo (Colombia), lo cual dio paso a la emisión de la resolución N° 44 del 15 de abril del 2013, que establecen una Alerta Fitosanitaria Nacional por medio de la cual se prohibieron las importaciones de frutos frescos y secos de agrios, material propagativo de cualquier especie comercial y matas injertadas de otras Rutáceas incluyendo ornamentales.

Posteriormente, mediante registro oficial N° 599 del 1 de abril del 2015, en concordancia y cumplimiento de la ley, se aplicaron medidas sanitarias para la importación de productos asociados a plagas cuarentenarias, con el fin de precautelar el bienestar animal y vegetal del país.

Por lo que se hace necesario desarrollar estudios que nos permita contar con un diagnóstico amplio del estado en que se encuentra el país en lo que a la presencia y distribución del psílido asiático de los cítricos respecta. La información recolectada ayudaría a comprender el comportamiento y distribución del vector en zonas urbanas y cítricas con el fin de tomar las acciones preventivas necesarias.

En consecuencia se debe realizar monitoreos del psílido asiático de los cítricos, por lo que la presente investigación se llevará a cabo en los predios de la Granja Experimental La Pradera perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la parroquia San José de Chaltura, la que cuenta con cultivos de cítricos donde, hasta ahora no se han

realizado estudios ni investigaciones orientadas a identificar plagas presentes en los cultivos, mucho menos enmarcándose en plagas específicas como el psílido asiático. Por lo que se desconoce la dinámica poblacional del vector de los cítricos de esta zona.

## **1.4 Objetivos**

### *1.4.1. Objetivo general*

Evaluar la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* en tres especies de cítricos ubicados en la Granja Experimental La Pradera.

### *1.4.2 Objetivos específicos*

- Evaluar la población de *Diaphorina citri* durante las etapas fenológicas de los cítricos.
- Establecer si existe una relación entre la fluctuación poblacional de *D. citri* con respecto a la precipitación y temperatura de la zona.
- Determinar la presencia de posibles enemigos naturales en los cultivos de cítricos.

## **1.5 Hipótesis**

Ho: No existe diferencia poblacional de *Diaphorina citri* entre las tres especies de cítricos de la granja experimental La Pradera de Chaltura.

Ha: Existe diferencia poblacional de *Diaphorina citri* entre las tres especies de cítricos en la granja experimental la Pradera de Chaltura.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Cítricos

Los conocidos como cítricos verdaderos los constituyen seis géneros (*Citrus*, *Clymenia*, *Eremocitrus*, *Fortunella*, *Microcitrus* y *Poncirus*), aunque solo tres de ellos tienen una importancia comercial y económica (*Poncirus*, *Fortunella* y *Citrus*) (Moore, 2001).

Por otro lado, desde un punto de vista agronómico las especies del género *Citrus* son las de mayor importancia destacándose la lima mexicana (*C. aurantifolia* (Christm) Swing), lima Tahití (*C. latifolia* L), naranjo amargo (*C. aurantium* L), Pummelo (*C. grandis* (L) Osb), limonero (*C. lemon* (L) Burn), pomelo (*C. paradisi* Macf), mandarina (*C. reticulata* Blanco) y (*C. sinensis* (L) Osb), mismas que son también las de mayor difusión en el mundo (Agusti, 2003). Mientras los cítricos de mayor producción fueron la naranja, las mandarinas, limas, limones y pomelos (FAO, 2017).

De ahí que el término cítrico se refiere al género *Citrus* cuyas especies son grandes arbustos de entre 5 a 15 metros, de frutos con o sin semillas, pertenecientes a la familia *Rutácea*, que está conformada por tres especies y varios híbridos incluyendo a los ampliamente comercializados (Morin, 1980).

De acuerdo con Guía Técnica de Cultivos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) se deben seguir ciertos pasos para el desarrollo adecuado de la actividad citrícola, los que van desde la preparación del terreno (mínimo un mes antes de la siembra), época de siembra (de preferencia lluviosa), distancia de siembra dependiendo del cítrico (7 m x 7 m o 6 m x 6 m), tipo de injerto, podas (formación, fito-sanitarias y de mantenimiento), fertilización (de acuerdo al análisis de suelo), edad de las plantas, riego, controles fito-sanitarios, cosecha y post-cosecha (A. Valarezo, Valarezo, Mendosa, y Álvarez, 2014).

### *2.1.1. Origen y distribución*

Los agrios o cítricos son procedentes de Asia oriental, en una zona que comprende desde la vertiente meridional del Himalaya hasta la China meridional cultivándose en las zonas tropicales y sub-tropicales y especialmente en los paralelos 44° N y 41° S (Agusti, 2003).

## **2.2. Cítricos del Ecuador**

Nevárez (2013) menciona que Ecuador tiene una amplia biodiversidad frutícola, misma que se destina mayormente al consumo en fresco dentro de los mercados internos del país. Además, posee una ubicación geográfica ventajosa para el cultivo de cítricos en cada región del país.

De acuerdo con el la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) en Ecuador existen 3.06 millones de árboles que producen 347 789 toneladas métricas de cítricos en los que se incluyen naranja, mandarina, limón, toronja y lima. Lo que muestra un interés comercial en los cítricos y la convierte en una actividad económica importante en el país (INEC, 2018).

Ahora bien, las exportaciones del sector de frutos no tradicionales (entre los cuales figuran los cítricos) tienen un incremento del 4% en el período 2007-2011). Además, según datos del Banco Central del Ecuador las exportaciones de cítricos se han incrementado en los últimos años, siendo que para el 2007 fue de 4437 ton con un ingreso de 993 mil dólares. Y para el año 2011 esta cifra se incrementó hasta las 29135 toneladas de agrios fresco y secos con un ingreso de 2.859 millones de dólares (PRO ECUADOR, 2012).

### **a) Mandarina**

La mandarina pertenece al grupo de frutos llamados hesperidios y su pulpa está formada por un considerable número de gajos llenos de zumo o jugo; el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Es el cítrico más parecido a la naranja, aunque de menor tamaño, sabor más aromático y con mayor facilidad para quitar su piel en la mayoría de las variedades, así como una acidez ligeramente inferior y una mayor

proporción de azúcares simples (Centro de Exportaciones e Inversión de la República Dominicana (CeI-RD), 2018).

De acuerdo con Galarza (2012) existen variedades de mandarina (*Citrus reticulata*) tradicionales dependiendo de la zona de producción, siendo mayormente los valles cálidos de la Sierra aptos para el cultivo de mandarina pequeña. Mientras que la mandarina grande se encuentra en zonas tropicales y las mandarinas rosadas en subtropicales. Las principales variedades que existen en el país son: Clementinas, Clemenvillas, Híbridos y Satsumas.

#### **b) Limón**

El limón (*Citrus lemon*) es un cítrico del género *Citrus* de la familia Rutáceas. Esta fruta es originaria del Sudeste Asiático, han llegado a cultivarse en casi todos los países del mundo; su difusión empezó durante la Edad Media cuando fueron llevadas al norte de África para luego llegar a la región del Mediterráneo y finalmente ser introducido en el continente americano con la llegada de los españoles (Universidad Técnica de Estudios para la Industria (UTEPI), 2006).

#### **c) Lima.**

La lima (*Citrus aurantifolia* Swingle) se originó en Birmania, Malasia y las islas de Indonesia, de ahí viajó hasta la India, para luego ser llevada a las zonas del Mediterráneo (Morin, 1980). De acuerdo con Agusti (2003) para producir frutos de buena calidad las especies del género *Citrus* precisan una alta cantidad de energía calórica para su desarrollo. El cultivo requiere de temperaturas elevadas y una humedad relativa alta, por lo que este cultivo está restringido a zonas de clima templado. Actualmente es cultivado en regiones tropicales y subtropicales del mundo, principalmente en países como Italia, España, Portugal y Estados Unidos (FAO, 2017).

Existen dos grupos de limas, limas ácidas y limas dulces, aunque tan solo las dulces tienen una importancia comercial, de la misma manera las limas ácidas se dividen en lima mejicana o key (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle) y lima Thaití, Persa o Bearss (*Citrus aurantifolia* L) (Agusti, 2003).

### *2.2.1. Zonas de producción*

Según el último Censo Nacional Agropecuario (CNA) (2000) un 74.82% de la producción nacional cítrica se encuentra en la costa principalmente en Manabí y Los Ríos, el 24.36% en la Sierra principalmente en Bolívar y Cotopaxi, y un 0.83% en la región amazónica. Por otro lado, la superficie plantada de cítricos está constituido por naranjas en un 56.37%, un 28.22% por mandarinas, el 13.10% lo representan limones, el 1.91% toronjas y un 0.41% de limas siendo estos los cítricos más relevantes en la producción nacional.

### *2.2.2. Factores de producción*

Al igual que cualquier otro cultivo, el de los cítricos requiere de condiciones mínimas para su correcto desarrollo y la obtención de buenos rendimientos, dichas condiciones se exponen a continuación:

### *2.2.3. Suelo*

Este es el medio en el que se desarrolla el cultivo el que sirve de soporte y les proporciona nutrientes esenciales a las plantas, es un factor de gran importancia en el cultivo de cítricos donde Las condiciones edáficas ideales para un cultivo de cítricos son: textura limo-arenosa, buen drenaje y suelos profundos (Morin, 1980).

Las características físico-químicas del suelo tienen una gran repercusión en el cultivo de agrios, son recomendables los suelos con una permeabilidad de 10-30 cm/h, profundidad entre 0.50 a 0.75 m (Agusti, 2003).

### *2.2.4. Clima*

El clima es uno de los factores de mayor importancia en la agricultura, se hace necesario encontrar una zona climática adecuada para cultivo de cítricos, esto puede ser la diferencia entre el éxito o el fracaso de la plantación. Para lo cual se requieren condiciones de temperatura, humedad relativa, precipitación y velocidad del viento adecuadas.

Los cítricos por lo general son considerados como plantas de clima tropical o subtropical capaces de adaptarse a diversas temperaturas, no obstante, esto dependerá en gran medida de la especie y variedades (Valarezo et al., 2014).

La temperatura óptima es alrededor de los 18° C y 30° C, presentando problemas en el desarrollo vegetativo en temperaturas mayores a 39° C y menores a 13° C, aunque cada especie de cítrico posee sus propios requerimientos (Davies y Abrigo, 1999). No obstante, las temperaturas muy bajas causan daños en las flores y los frutos, mientras que si son demasiado elevadas provocan clorosis y baja calidad de los frutos (Morin, 1980).

Por otra parte, los cítricos requieren de una humedad relativa (HR) que oscile entre 60 a 80%, con una precipitación anual de 1200 mm y una velocidad del viento predominante en la zona debe tenerse muy en cuenta, debido a que presenta pérdidas por caída de flores, hojas y frutos, las que pueden evitarse con barreras rompe-vientos (Morin, 1980).

#### *2.2.5. Riego*

El riego es un factor fundamental para la obtención de cosechas de calidad y debido a que los cítricos son susceptibles al estrés hídrico por poseer baja cantidad de pelos radiculares bien desarrollados. Por lo que el manejo adecuado de riego consiste en restablecer las pérdidas de agua ocasionadas por la transpiración. Los métodos de riego más difundidos en la citricultura son por gravedad, aspersión y localizado y su consumo de agua anual promedio es de entre 750 a 950 mm por año (Agusti, 2003).

Por otro lado, esta labor depende del tanto de la zona como de las facilidades que brinde el terreno, procurando no dejar láminas de agua cerca del cuello del árbol para evitar la proliferación de enfermedades, además se recomienda realizar el riego en intervalos de 21 días en árboles adultos dependiendo de la época. Aunque los cítricos son resistentes a las sequías esto les causa estrés hídrico lo que afecta la producción (Valarezo et al., 2014).

### 2.2.6. Fertilización

Uno de los problemas que puede afectar el crecimiento, desarrollo y la calidad de los frutos son las deficiencias nutricionales, las deficiencias son muy variables y depende del elemento, así como la época en el este el cultivo. La corrección de la escasez de los minerales del suelo debe realizarse como requisito para una buena cosecha (Agusti, 2003).

El análisis de suelos es de suma importancia para un correcto programa de fertilización por lo que se debe mantener un monitoreo del estado de las plantas y su requerimiento conforme a la edad de los árboles (González y Tullo, 2019).

### 2.2.7. Plagas y enfermedades de los cítricos

La problemática fitosanitaria de los cítricos es muy amplia, debido a que son afectados por una gran cantidad de insectos, hongos, virus, bacterias y otros organismos parásitos (Agusti, 2003).

#### 2.2.7.1. Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*)

- *Generalidades*



*Figura 1. Adulto de Diaphorina citri.*  
Fuente: Hall, 2008.

El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, fue descrito por primera vez en 1907, distinguiéndose del resto de especies reportadas en cítricos por el patrón de manchas en las alas anteriores y en la forma de los conos generales (Hall, 2008). Este insecto perteneciente al orden Hemiptera a la familia Psyllidae, originario de algún lugar del sureste asiático, probablemente la India (Aubert, 1987).

Tabla 1  
*Taxonomía de Diaphorina citri*

Clase:	Insecta
Orden:	Hemiptera
Suborden:	Sternorrhyncha
Superfamilia:	Psylloidea
Familia:	Psyllidae
Género:	Diaphorina
Nombre científico:	Diaphorina citri Kuwayama
Nombre común:	Psílido asiático

Fuente: (Preza, 2011).

○ *Biología*

Debido a que el rango de hospederos de *D. citri* está limitado por algunos miembros de la familia Rutáceas, incluyendo todas las especies comerciales de cítricos (Halbert y Manjunath, 2004) se puede encontrar al psílido ya sea en plantas ornamentales o domésticas de cítricos, como el caso de Ecuador (Cornejo y Chica, 2014).

Los adultos de los psílicos son relativamente pequeños de 2.7 a 3.3 mm de largo, de un color café moteado, se alimentan de hojas y brotes, son saltadores activos y pueden volar cortas distancias, es un insecto chupador y tiene cinco instares ninfales de color naranja amarillento, en el primer estadio larvario del insecto mide 0.25 mm mientras que en el último alcanza de 1.5 a 1.7 mm (Hall, 2008).

Su ciclo de vida varía dependiendo de las condiciones climáticas de la zona donde están instalados estos pueden llegar a vivir de 15 a 47 días. Aunque se reportan períodos donde los insectos adultos han llegado a vivir 190 días durante el invierno en la India (Chavan y Summanwar, 1993). Los adultos están dispuestos durante todo el año para la reproducción por lo que cada hembra es capaz de poner de 600 a 800 huevos (Tsai, Wang, y Liu, 2002).

Por su parte, Fung y Chen (2006) exponen que de 24 a 28° C es el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de *Diaphorina citri* y su desarrollo se ve afectado a temperatura menores a 10° C y mayores de 33° C. De allí que (Tsai y Liu, 2000) encontraron que, a una temperatura de 25° C, los huevos eclosionan en cuatro días y el desarrollo de ninfa a adulto es de 13 días, con un periodo de huevo a adulto de 17 días.

El insecto vector *Diaphorina citri* es el responsable de transmitir las bacterias *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *americanus*, mientras que *T. erythrae* es vector de *Candidatus Liberibacter africanus* (G. M. León, 2015). Una vez ingerido el alimento de una planta infectada con HLB el psílido asiático adquiere el patógeno y en 30 minutos puede contagiar a otros árboles (Aubert, 1987).

Por ser una plaga cuarentenaria todo país productor de cítricos debe contar con un control efectivo para *Diaphorina citri* por lo que los métodos aplicados requieren mantener las poblaciones a niveles mínimos y las actividades de control deben estar basadas en un manejo integrado de plagas en las cuales se consideren diferentes tácticas de control (Preza, 2011).

- *Plantas hospederas de Diaphorina citri*

Dentro del rango de plantas hospederas de *Diaphorina citri* se reportan al menos 54 especies de plantas, principalmente del género citrus, sin contar con que dentro de la familia de las Rutáceas hay una serie de géneros que podrían hospedarlos (FAO, 2013).

#### 2.2.7.2. Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter spp*)



*Figura 2.* Árboles jóvenes de naranja dulce infectados por HLB.  
Fuente: Bové, 2006.

El HLB (Huanglongbing) también conocido como enverdecimiento de los cítricos o enfermedad del dragón amarillo de los cítricos, es una enfermedad cuarentenaria para Latinoamérica y la más devastadora del mundo para los cítricos (FAO, 2013), esta enfermedad afecta la calidad del fruto, mengua el crecimiento, causa una decadencia rápida y muerte final de árboles infectados y está asociada con una alphaproteobacteria, del tipo Gram-negativa, la que está limitada al floema de las plantas hospederas y es conocida como *Candidatus Liberibacter* spp (Bové, 2006).

Este patógeno se encuentra repartido de manera heterogénea en el floema de la corteza, en la nervadura central de las hojas, raíces, varias piezas florales y en frutos, pese a esto no se ha observado en el endospermo y embriones de semillas procedentes de plantas infectadas (Tatineni et al., 2008).

De este género se conocen tres especies; *Candidatus Liberibacter asiaticus* que está ampliamente extendida en cultivos de cítricos en Asia, y recientemente en Brasil, Florida, México y El Caribe, *Candidatus Liberibacter africanus* especie registrada en ciertas regiones citrícolas de África y *Candidatus Liberibacter americanus*, que fue descubierta en Brasil y recientemente en Asia (Bové, 2006). De estas especies la más severa resulta ser *Candidatus Liberibacter asiaticus* difundida mundialmente (Gottwald et al., 2007). Mientras que *Candidatus Liberibacter americanus* se encuentra principalmente en Brasil (Teixeira et al., 2005).

Los síntomas de esta enfermedad se ven en las hojas que pueden fácilmente confundirse con deficiencias nutricionales o incluso con el daño de plagas y otras enfermedades, no obstante, se presentan características únicas que los distingue (Bové, 2006; Gottwald et al., 2007) al principio los árboles infectados desarrollan uno o más brotes con hojas amarillas, de ahí el nombre de la enfermedad del brote amarillo (Bové, 2006). Si otras ramas del árbol permanecen sanas o asintomáticas los daños se manifiestan sectorizados.

#### 2.2.8. Control biológico

Gonzales y Rojas (1966) definen al control biológico como el empleo de parasitoides, predadores y patógenos con el fin de regular o suprimir el potencial reproductivo de

organismos dañinos (plagas) para mantenerlos bajo el umbral económico para cumplir este propósito se emplean varios métodos tales como: importación de organismos benéficos, producción masiva y colonización periódica. Y mantener un equilibrio entre fitófagos (plagas) y sus enemigos naturales (parasitoides y predadores) simulando la existente en la naturaleza.

Los enemigos naturales se han usado como reguladores de insectos plaga desde el siglo pasado observándose el incremento en su uso, así como, el interés en entender cómo se pueden manipular para mejorar su efectividad (Altieri y Letourneau, 1982).

El control biológico resulta una buena alternativa para combatir al psílido asiático de los cítricos por medio del uso de enemigos naturales como parasitoides, depredadores y hongos entomo-patógenos con la finalidad de reducir las poblaciones del insecto (Preza, 2011).

Y debido a que no se cuenta con una cura eficaz es necesario realizar un control preventivo donde se evite la difusión de la enfermedad (Bové, 2006). Mientras que lo más recomendable es alternar el control biológico con el químico, ya que el uso de insecticidas no es suficiente para mantener las poblaciones de *Diaphorina citri* bajo control (Coscolla, 1980). Siendo la primera estrategia la vigilancia de plantas infestada evitando que la plaga llegue a nuevas zonas (Alemán et al., 2007; Hall, 2008).

Así también Bové (2012) añade que una vez identificada la presencia del HLB en la plantación se deben realizar aplicaciones de insecticidas varias veces al año, además de la eliminación de árboles sintomáticos reduciendo la fuente de inóculo y reemplazándolas por plantas jóvenes y saludables.

Mientras León (2015) sostiene que los insecticidas más empleados para el control de *Diaphorina citri* son Piretroides como: Cipermetrina, Z-cipermetrin, Bifenthrina,  $\beta$ -cifluthrin y Fenpropathrin.

Por su parte, Michaud (2004) mencionan que podemos encontrar numerosos depredadores que atacan poblaciones de *Diaphorina citri*, los más abundantes son algunas especies de crisopas de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa*, además de *Coccinélidos* de este último género se destacan *Harmonia axyridis*, *Olla v-nigrum*,

*Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Curinus coeruleus*, *Coccinella septempunctata*, *Cheilomenes sexmaculata* y *Chilocorus nigrita* como controladores biológicos del psílido asiático de los cítricos.

#### 2.2.9. Insectos benéficos

Los cultivos de cítricos guardan en su interior diversas especies vegetales y animales tanto perjudiciales como benéficos (León, 2005). Si bien los insectos pueden causar daños importantes a los cultivos pudiendo atacar a cada órgano de la planta (raíz, tallo, hojas y frutos) causando una disminución en la calidad del fruto, afectando y encareciendo la producción. Existe otro grupo de insectos que aportan o brindan un servicio eco sistémico (insectos benéficos) (León, 2015).

Los insectos benéficos ofrecen sus servicios para la alimentación de animales de granja y humanos, medicina, cosmética, vestimenta y la agricultura, en este último los insectos benéficos sirven como polinizadores, descomponedores de materia orgánica y controladores biológicos (Zumbado y Azofeifa, 2018). Ciertos parasitoides y predadores atacan a varias especies de fitófagos disminuyendo su abundancia (Pimentel y Goodman, 1978). Aunque, también se han producido infestaciones de plagas en otros cultivos probablemente debido a que los enemigos naturales utilizan métodos complejos para la búsqueda y ataque a plagas (Pimentel et al., 1992).

Además, tanto en un ecosistema natural o agrícola son importantes los predadores y parasitoides los cuales reducen las poblaciones de fitófagos (Pimentel et al., 1992). Sin embargo, Greathead y Greathead (1992) mencionan que los invertebrados y microorganismos como los insectos, lombrices, hongos, bacterias y protozoarios son parte vital de un ecosistema y son indispensables para el éxito del control biológico.

Por su parte Greathead y Greathead (1992) postula a los insectos de los órdenes Coleoptera (Coccinellidae), Diptera (Tachinidae) e Hymenoptera (Braconidae, Aphelinidae, Encyrtidae, Ichneumonidae y Eulophidae) como los agentes de control biológico más difundidos en la agricultura.

### 2.2.10. Fenología de los cítricos

La fenología de los cultivos es una herramienta de gran importancia debido a que comprende, las reacciones de las plantas frente a los diferentes factores climáticos que la afecten durante su desarrollo. Tomando en cuenta los factores propios del ecosistema y los de la producción (Flores et al., 2016). Por otro lado, una forma de definir la fenología de los cultivos es la identificación del conjunto de fenómenos biológicos periódicos que ocurren en las diferentes etapas del desarrollo de una planta como brotación, floración, maduración entre otros. Con el fin de conocer la respuesta de la planta ante un microclima y prever la aparición de plagas, necesidad de abonado o aplicación de algún producto (Agusti et al., 1995).

De acuerdo con Agusti et al., (1995) menciona que la escala BBCH se basa en un código decimal que identifica el desarrollo de las plantas mono y di-cotiledóneas con estadios principales y secundarios, siendo 10 los estadios principales iniciándose con la germinación o brotación (estadio 0), según la planta, y finalizando con la muerte o el inicio de la latencia (estadio 9).

Tabla 2  
*Estadios principales de crecimiento*

<b>Estadio</b>	<b>Descripción</b>
0	Germinación, brotación y desarrollo de la yema
1	Desarrollo de la hojas (brote o tallo principal)
2	Formación de brotes laterales / macollamiento (ahijamiento)
3	Crecimiento longitudinal de tallo o crecimiento de roseta, desarrollo de brotes (retoños) / encañado (tallo principal)
4	Desarrollo de las partes vegetativas cosechables de la planta o de órganos vegetativos de propagación / embuchamiento
5	Emergencia de la inflorescencia (tallo principal) / espigamiento
6	Floración (tallo principal)
7	Desarrollo del fruto
8	Coloración o maduración de frutos y semillas
9	Senescencia, comienzo de la dormancia

Fuente: Weiber et al., (1998).

### 2.3. Marco legal

Considerando que la constitución del Ecuador del 2008 reconoce los derechos de la naturaleza y las personas, tomando por objetivo el respeto a una vida digna en un ambiente sano y equilibrado. La presente investigación se encuentra apoyada en los siguientes artículos y normativas:

El Art 14 de la Constitución de la República del Ecuador donde reconoce que la población tiene el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (República, 2008).

Así también, el Art 71, 72 y 73 en los que se reconoce a la naturaleza (Pacha Mama), como el eje del desarrollo de la vida, en el cual debe respetarse integralmente su existencia, mantenimiento y regeneración. Estas obligaciones las tiene el Estado, las personas naturales y jurídicas, evitando la alteración negativa de sus estructuras, funciones y procesos evolutivos (República, 2008).

Además, el inciso 2 del “Art 400 de la Constitución de la República del Ecuador manifiesta que la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, sean estos agrícolas o silvestres son de interés público para preservar el patrimonio genético del país” (República, 2008).

Y lo mencionado en el Art 1 de la ley de Sanidad Vegetal del 16 de abril del 2004, que le corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria (SESA), hoy la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD) estudia, previene y controla las plagas, enfermedades y pestes que afecten a los cultivos agrícolas (*Reglamento a la Ley de Sanidad Vegetal*, 2004).

Lo anteriormente mencionado valida la presente investigación realizada en la Granja Experimental La Pradera, donde no solo se monitoreo a *Diaphorina citri* una plaga cuarentenaria si no también, se comprobó la presencia de enemigos naturales los que sirven como reguladores de poblaciones de insectos plagas y los mantienen en equilibrio, por debajo de los márgenes económicos en los cultivos de cítricos, evitando

la polución por aplicación de pesticidas destinados al control de las plagas anteriormente mencionadas.

# CAPÍTULO III

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Caracterización del área de estudio

#### 3.1.1. Ubicación geográfica

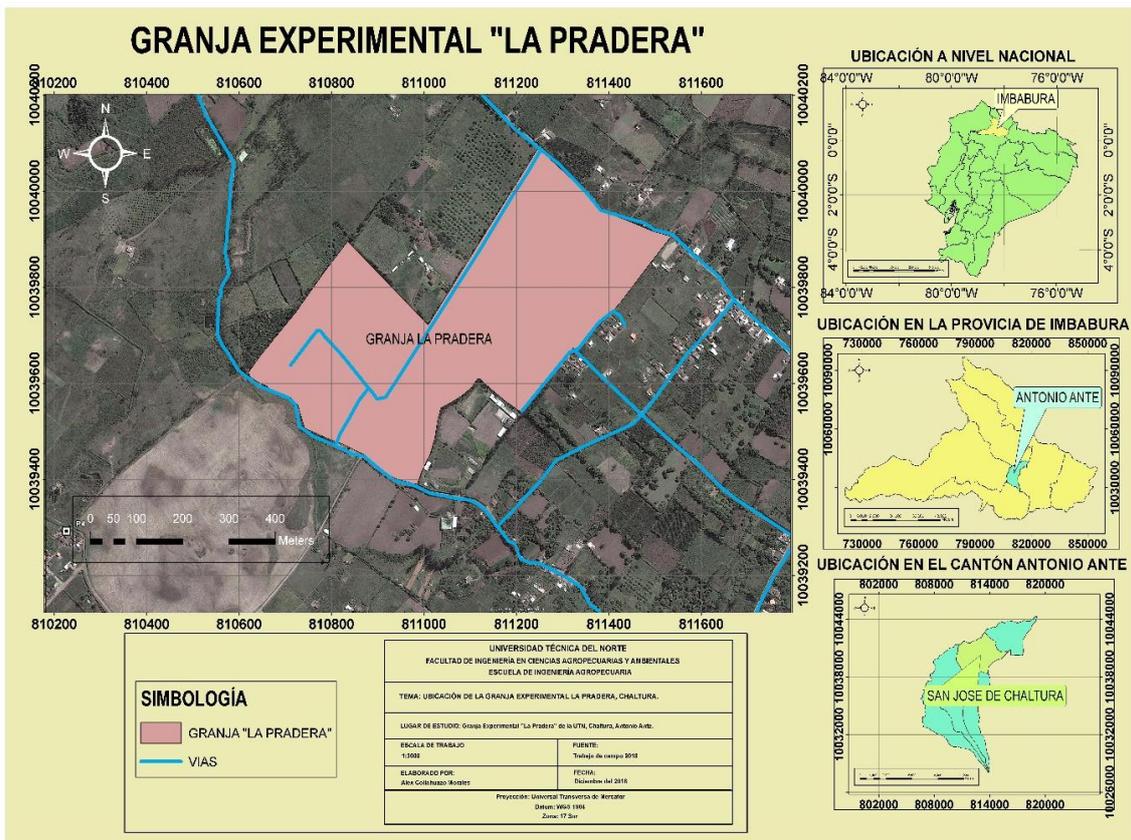


Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio (Granja experimental La Pradera).

La presente investigación se realizó en tres plantaciones de lima (5.810 m<sup>2</sup>), mandarina (5.890 m<sup>2</sup>) y limón (6.900 m<sup>2</sup>) con un área total de 18 600 m<sup>2</sup> y se encuentran ubicados en la Granja Experimental La Pradera en la parroquia de San José de Chaltura (Gallo y Taipe, 2005).



Figura 4. Levantamiento topográfico de lotes de La Granja La Pradera.  
Fuente: Gallo y Taipe (2005).

Tabla 3  
Características del lugar de estudio

Rubro	Dato
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Lugar	Granja Experimental “La Pradera”
Altitud	2333-2374 m.s.n.m.
Latitud	00° 22' N
Longitud	78° 33' O

Fuente: Gallo y Taipe, 2005.

### 3.1.2. Características climáticas

Gallo y Taipe (2005) menciona el siguiente:

Tabla 4  
*Parámetros climáticos de La Pradera*

<b>Parámetro</b>	<b>Valores</b>
Temperatura promedio anual	17.1 °C
Humedad relativa	68.9%
Precipitación media anual	580.2 mm
Estación seca	Junio-Septiembre
Estación de mayor precipitación	Marzo-Abril

## 3.2. Materiales, equipos e insumos

### 3.2.1. Materiales

- Libreta de campo
- Trampa cromática amarilla
- Material de etiquetado
- Fundas con cierre hermético
- Sobres de papel manila
- Herramientas de campo (Machete, tijeras de podar, pala y azadón)
- Escalera
- Letreros de identificación
- Red entomológica
- Aspiradora manual
- Tela tipo velo
- Frasco cilíndrico de 4.85 cm de radio
- Probeta de 100 ml
- Cinta métrica
- Tarrinas plásticas
- Cajas Petri
- Ligas de hule

- Marcos metálico de 25 cm<sup>2</sup> (0.5\*0.50)
- Papel film
- Algodón
- Glicerina
- Acetona
- Alcohol
- Frasco letal
- Viales con rosca de 10 ml y 50 ml
- Portaobjetos
- Pinzas entomológicas
- Pinceles
- Atomizador
- Agujas de disección
- Agujas entomológicas

### *3.2.2. Equipos*

- Computador
- Impresora
- Estereoscopio
- Lámpara
- Lupa

## **3.3. Métodos**

### *3.3.1. Factores en estudio*

Cultivos de cítricos:

Lima

Mandarina

Limón

### 3.3.2. Diseño experimental

La presente investigación se realizó bajo un Diseño de Bloque Completos al Azar (DBCA).

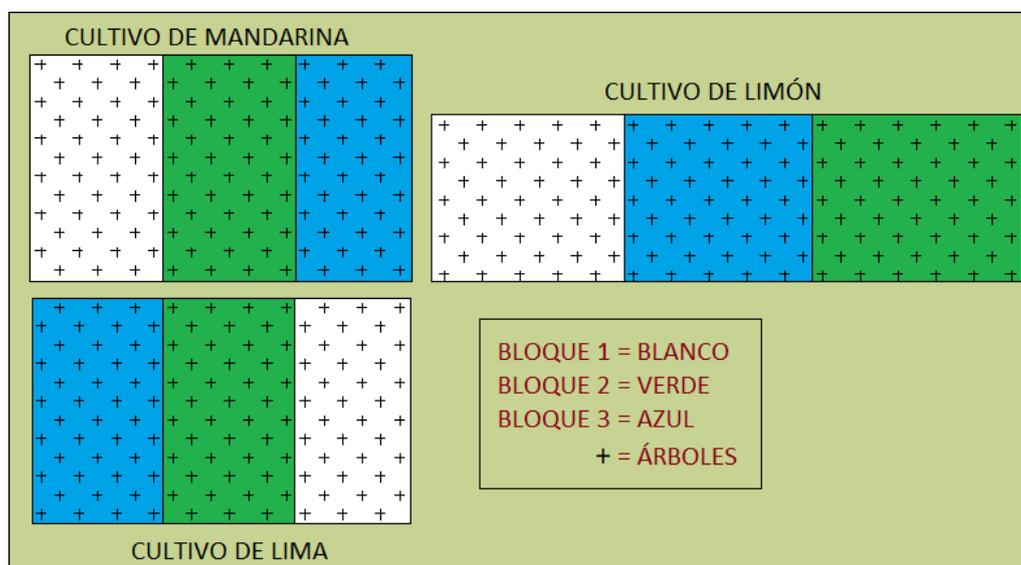


Figura 5. Croquis del experimento.

### 3.3.3. Análisis de varianza

Tabla 5  
Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad
Total	$(t \times B) - 1$	8
Tratamientos	$(t - 1)$	2
Bloques	$(R - 1)$	2
E. exp.	$(t - 1)(B - 1)$	4

### 3.3.4. Características del experimento

Tratamientos:	3
Bloques.	3
Total, Unidades Experimentales:	9
Edad aproximada de los cultivos:	30 años

Área total:	3375 m <sup>2</sup>
Número total de árboles:	135
Número de árboles por bloque:	45

#### 3.3.4.1. Características de la unidad experimental

Distancia de siembra:	5*5 (25 m <sup>2</sup> )
Área de U. experimental:	375 m <sup>2</sup>
Número de árboles/U. Experimental:	15

#### 3.3.5. Análisis estadístico

Los análisis de estadístico se realizaron a través del programa InfoStat versión 2017. Para las pruebas de medias se utilizó el estadístico LSD Fisher con nivel de significancia del 5%.

### 3.4. Variables

Para determinar la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* y determinar la presencia de los enemigos naturales existentes en los cultivos de cítricos se evaluaron las siguientes variables:

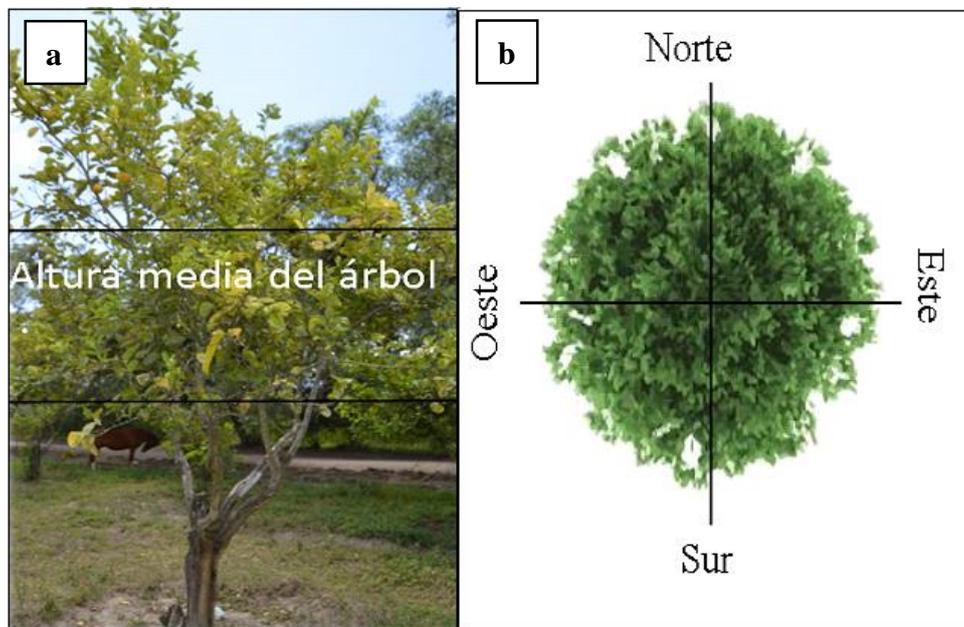
#### 3.4.1. Número de insectos por trampa

La población de adultos de *Diaphorina citri* se determinó colocando una trampa amarilla a la altura media de cada árbol (15 por Unidad Experimental (UE)) (Figura 6) las cuales fueron cambiadas una vez cada 30 días. Luego de retirarlas del árbol, se procedió a envolverlas en papel film, se colocaron en sobres de papel manila con la información respectiva de bloque y tratamiento, para ser transportadas al laboratorio de entomología donde se observó y contabilizó al psílido, la mosca de la fruta y los insectos benéficos capturados cada mes.



*Figura 6. Colocación de trampa amarilla.*

La altura media de los árboles también sirvió como zona de referencia para la toma de datos del número de ninfas por árbol y fenología del cultivo, conjuntamente con los puntos cardinales (Figura 7: a y b).



*Figura 7. Zona de referencia para toma de datos: a) altura media del árbol y b) puntos cardinales del árbol.*

El conteo de insectos benéficos se determinó a partir de las 810 trampas amarillas obtenidas entre octubre del 2017 y marzo del 2018. Posteriormente se realizó la identificación, clasificación y conteo de los insectos benéficos de acuerdo a su orden

(Figura 8), en este conteo no se incluyeron plagas como pulgones, mosca blanca, cóccidos, minador de los cítricos y agromícidos.



*Figura 8.* Identificación de *Diaphorina citri* en laboratorio y clasificación de insectos benéficos por orden.

La identificación de los insectos benéficos por orden y moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) se realizó mediante las claves propuestas por Triplehorn y Johnson, 2005. Por otra parte, la presencia del psílidos asiático se determinó mediante las características morfológicas propuestas por Aubert, 1987; M. Fernández y Miranda, 2005; Hall, Richardson, Ammar, y Halbert, 2013.

#### *3.4.2. Número de ninfas de Diaphorina citri por árbol*

El conteo de ninfas de *Diaphorina citri* se realizó en los mismos árboles donde se colocaron las trampas amarillas, para lo cual se tomaron cuatro brotes tiernos (uno por cada punto cardinal) los cuales se analizaron *in situ* con la ayuda de una lupa se revisaron yemas, nudos, entrenudos y hojas en el haz y el envés con una frecuencia mensual.

#### *3.4.3. Determinación del estado fenológico de los cítricos*

El estado fenológico de los cultivos de cítricos se determinó en los 135 árboles mediante la utilización de un marco metálico de 0.25 m<sup>2</sup> (0.50\*0.50 m), colocado a la altura media de los árboles en cada punto cardinal (Figura 7: a y b), con la ayuda de una escalera para los árboles de mayor tamaño. Se clasificó y contó las ramas dentro de esta

área en los estados de brotación, floración, fructificación, maduración y latencia. De acuerdo con la escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citrus) (Agusti et al., 1995) (Figura 9).



*Figura 9.* Estimación del estado fenológico de los cítricos.

#### *3.4.4. Temperatura y precipitación*

Los datos diarios de temperatura fueron obtenidos de la estación meteorológica Otavalo, mientras que la precipitación se obtuvo utilizando un pluviómetro artesanal con un frasco cilíndrico de 4.85 cm de radio y una altura de 14 cm, el cual fue colocado a una altura de 3 m en el centro del experimento, dicho frasco fue revisado en horas de la mañana y se vertió el líquido acumulado en una probeta de 100 ml, anotando los mililitros de lluvia obtenidos por día (Figura 10).



*Figura 10.* Toma de precipitación diaria.

Los datos obtenidos de precipitación en ml fueron transformados a mm mediante la fórmula del volumen de un cilindro despejando altura (h) en mm.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

En dónde; V = volumen (ml = cm<sup>3</sup>); r = radio (cm) y h = altura (mm).

$$h = \frac{V}{\pi \cdot r^2}$$

$$h = \frac{6 \text{ cm}^3}{\pi \cdot (4.85 \text{ cm})^2}$$

$$h = \frac{6 \text{ cm}^3}{\pi \cdot 23.52 \text{ cm}^2}$$

$$h = \frac{6 \text{ cm}}{73.89}$$

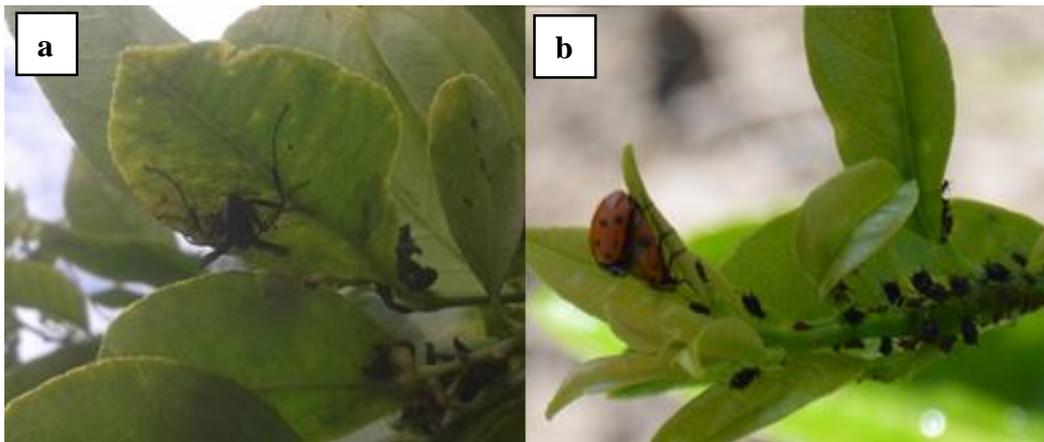
$$h = 0.081 \text{ cm}$$

$$h = 0.081 \text{ cm} \left| \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} \right| = 0.81 \text{ mm}$$

#### 4.4.5. Presencia de posibles enemigos naturales

Para esta variable se observó el comportamiento de los insectos en campo con el fin de identificar las especies de posibles enemigos naturales, para posteriormente capturarlos con aspiradora manual y red entomológica (Figura 12 y 13: a). En lo que respecta al muestreo con red se realizó a 24 árboles de los tres cultivos. Además, se tomaron muestras foliares con insectos plagas (pulgón y mosca blanca) que presentaron larvas y huevos de predadores o con anomalías (insectos plaga momificados o cambio del color típico de la especie) (Figura 14, 15: b y 16: b); así también se colectaron frutos con presencia de orificios de ovoposición y flores con presencia de trips. Dichas muestras se llevaron al laboratorio en fundas con cierre hermético para su identificación.

La observación directa se realizó permaneciendo inmóvil en diferentes puntos de los cultivos para determinar posibles interacciones entre plagas, enemigos naturales y plantas (Figura 11: a y b). Además, se examinaron ramas y hojas de cítricos con la misma finalidad.



*Figura 11.* Interacciones entre predadores y plagas: a) Vespidae, Chrysopidae alimentándose de ninfas de mosca blanca y b) Coccinellidae predando pulgón.

Los insectos observados en campo como posibles enemigos naturales, se los capturó vivos con aspiradora manual (Figura 12), para ser colocados en viales y transportados hacia el laboratorio para su confirmación como predadores. Colocándolos en tarrinas y viales con insectos plagas y verificando sus hábitos alimenticios (Figura 24: a y b).



*Figura 12.* Aspiradora manual.

Por otro lado, en la segunda etapa se realizó los muestreos con red entomológica seleccionando al azar a 8 árboles de cada cultivo, donde se hicieron 15 pases de red en el árbol y los arvenses aledaños (Figura 13: a), para posteriormente ser colocados en frascos letales (Figura 13: b). Las muestras entomológicas capturadas con red entomológica se pusieron en frascos letales por 24 horas, donde previamente se colocó acetona con la finalidad de matar a los insectos colectados evitando el maltrato por

manipulación. Luego fueron llevados al laboratorio para su identificación de acuerdo a su familia.



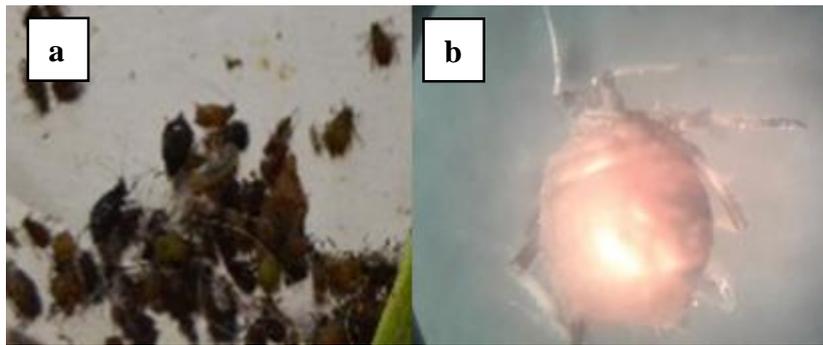
*Figura 13.* Muestreo con red entomológica: a) pases de red y b) colocación de muestras en frasco letal.

A partir de las observaciones realizadas en campo se determinó la presencia de enemigos naturales en estadios inmaduros desarrollándose cerca de las plagas. Por lo que se tomaron ramas con presencia de huevos y larvas de posibles enemigos naturales (Figura 14) y se colocaron en fundas de cierre hermético. Con el objeto de estudiar el desarrollo y determinar sus hábitos alimenticios (predadores) en laboratorio.

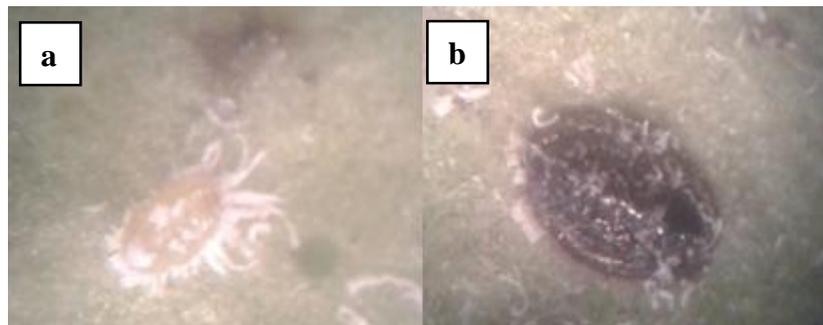


*Figura 14.* Brote infestado por pulgón y huevos de coccinélido.

De la misma manera se identificaron también ramas con presencia de insectos plaga que presentaron señales de parasitismo (Figura 15: b y 16: b) y se procedió a colocarlas en cajas Petri para observar la eclosión del parásito (Figura 19: a), además de clasificarlos de acuerdo su morfo-tipo (Figura 19: c).



*Figura 15. Áfidos: a) normal y b) parasitado.*



*Figura 16. Ninfas de mosca blanca: a) normal y b) parasitada.*

Por otro lado, se recolectaron muestras de frutos con presencia del orificio de ovoposición de mosca de la fruta para determinar si existía presencia de algún parasitoide, dichos frutos se colocaron en una cámara de cría de 0,50\*0.50\*0.50 m cubierta por tela tipo velo (Figura 17) donde los frutos permanecieron en tarrinas con materia orgánica descompuesta y humedecida, para lo que se aplicó agua con un atomizador.



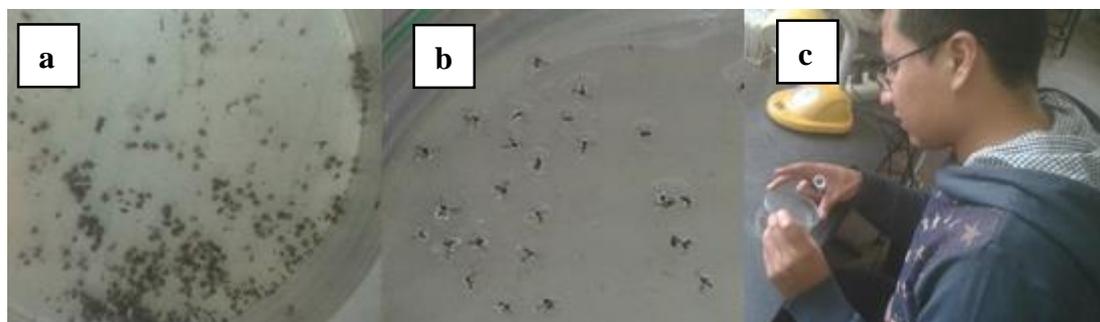
*Figura 17. Cámara de cría con frutos con orificios de ovoposición.*

En lo que respecta a las muestras tomadas con red y aspiradora fueron clasificadas y colocadas en viales de 10 ml con alcohol al 70% de acuerdo a las características morfológicas de cada especie (Figura 18). Y se identificó el orden y familia de los insectos mediante las claves propuesta por Triplehorn y Johnson (2005). Además, de realizarse la clasificación de los predadores observados en campo (Figura 18).



*Figura 18.* Clasificación de muestras entomológicas.

Por otra parte, las muestras de huevos y larvas de posibles predadores, pulgones momificados (Figura 15: b), moscas blancas con alteraciones en su color (Figura 16: b), flores con presencia de trips y los frutos se colocaron en tarrinas plásticas, cajas Petri y viales de 50 ml para observar su desarrollo, hábitos alimenticios y eclosión de parasitoides (Figura 19: a y b).



*Figura 19.* Cría de parasitoides de pulgón: a) pulgón momificado, b) parasitoides eclosionados y c) clasificación de parasitoides.

### 3.5. Manejo específico del experimento

#### 3.5.1. División de bloques

Para el cultivo de lima, mandarina y limón se tomó en cuenta el número de árboles existentes en cada cultivo y se los dividió en tres bloques con un mismo número de árboles, de los cuales se seleccionaron 135 al azar (45 por cultivo), con el fin de distinguir los bloques a los árboles elegidos se les ubicó un distintivo de los siguientes colores: blanco (bloque 1), verde (bloque 2) y azul (bloque 3) (Figura 20).



Figura 20. Colocado del distintivo de color en los árboles.

#### 3.5.2. Selección y etiquetado de los árboles

A los árboles seleccionados se les colocó letreros con la información del bloque, tratamiento y el número de árbol (Figura 21). 15 árboles por unidad experimental, tres tratamientos, tres bloques y 45 árboles por bloque con total de 135 árboles.



Figura 21. Etiquetado de árboles.

### 3.5.3. Toma de muestras entomológicas

Se realizó mediante el uso de 810 trampas amarillas que fueron cambiadas mensualmente y fueron colocadas en el cuadrante noreste a la altura media de cada árbol en el periodo octubre 2017 - marzo 2018 (Figura 22: a), mientras que el muestreo con aspiradora manual, red entomológica y las muestras foliares infestadas se realizó en el periodo abril - julio 2018, una vez concluida la primera etapa (Figura 22: b).

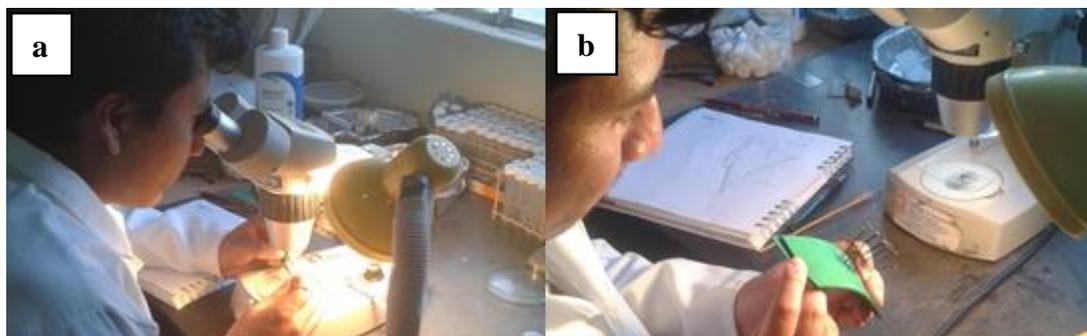


Figura 22. Muestras entomológicas: a) trampas amarillas y b) viales con insectos en alcohol.

### 3.5.4. Conteo, clasificación e identificación de insectos en las muestras entomológicas

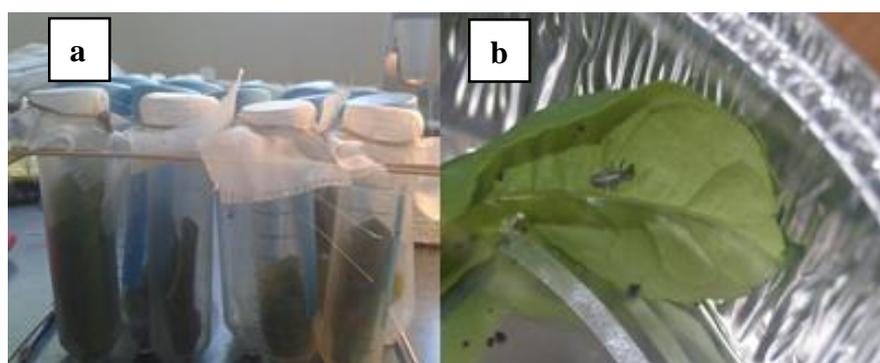
Con la ayuda del estereoscopio y la lámpara se contabilizaron y clasificaron los especímenes de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), mosca de la fruta (Diptera:

Tephritidae) y los insectos benéficos de cinco órdenes de hexápodos (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Neuroptera) (Figura 8).



*Figura 23.* Identificación de insectos: a) observación de placas con estereoscopio y b) montaje de insecto.

Mientras que los insectos obtenidos con aspiración manual y red entomológica fueron identificados a partir de julio del 2018 con la ayuda del estereoscopio, lámpara, pinzas, pinceles, glicerina, portaobjetos, agujas entomológicas y de disección para montaje y observación en placas (Figura 23: a y b). Por otro lado, las muestras foliares con huevos y larvas de enemigos naturales colectadas en campo se colocaron en tarrinas y viales de 50 ml cubiertas con tela tipo velo y liga de hule para permitir la circulación de aire (Figura 24: a y b), además de proveerles de alimento fresco (pulgón, mosca blanca y trips).



*Figura 24.* Enemigos naturales en estadios inmaduros: a) viales con lavas de sírfidos y b) tarrina con larva de coccinélido.

### 3.5.5. *Labores culturales*

Para la ejecución de la presente investigación se realizaron las siguientes actividades en orden cronológico:

#### a) Limpieza

Esta actividad se hizo antes y durante la instalación de la primera etapa del ensayo en campo y consistió en el aclarado de los canales de riego y el adacentamiento de los cultivos manteniendo los arvenses a una altura controlada en los alrededores de los árboles seleccionados.

#### b) Formación de coronas

La corona se realizó para delimita mediante montículos de tierra hacia el árbol frutal con un círculo tomando como centro el tronco y que en cítricos adultos el radio de la corona tendrá una longitud de 1 – 1,50 m dependiendo del volumen de la copa. Esta práctica se hizo necesaria debido a que el riego utilizado en los cultivos de cítricos fue por gravedad y tiene la función de captar el agua de riego, también es la sección para la fertilización sólida. Esta actividad se realizó en los 135 árboles con ayuda de un azadón

#### c) Poda fitosanitaria

La poda fitosanitaria se realizó en los árboles en estudio durante el periodo octubre 2017– marzo 2018 manteniendo los árboles libres de ramas y hojas inservibles o aquellas que presentaron síntomas de patógenos (hongos y bacterias) con la finalidad de evitar la aplicación de agroquímicos y la propagación de estas enfermedades.

#### d) Riego

Se suministró el riego por gravedad a los tres cultivos con una frecuencia de 21 días.

## CAPÍTULO V

### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Tabla 6  
Resumen general de resultados por fase de la investigación

FASE	Actividad	Resultado
I (octubre 2017 - marzo 2018)	Toma de precipitación y temperatura.	Resultados variables en las poblaciones de insecto
	Estimación de la fenología del cultivo	Relación de la floración y fructificación con población de insectos benéficos
	Conteo, clasificación e identificación de insectos benéficos por orden y <i>Diaphorina citri</i> (adulto y ninfa)	Presencia de insectos benéficos de cinco órdenes Ausencia total de <i>Diaphorina citri</i> Presencia de mosca de la fruta
	Observación directa	Existencia de interacciones: predador/plaga/arvenses/árbol y parasitoide/plaga/arvenses/árbol.
II (abril - julio 2018)	Muestreos de insectos adultos, larvas y huevo de posibles enemigos naturales o insectos plaga parasitados	Presencia de enemigos naturales juveniles y adultos, capturados muertos para identificación y vivos para comprobación de hábito predador o parasitoide
	Identificación, clasificación de enemigos naturales por familia	Presencia de varios predadores y parasitoides de mosca blanca, pulgón y trips

#### 4.1. Número de insectos por trampa amarilla

Al realizar la clasificación y el conteo de los insectos en las trampas cromáticas amarillas ubicadas en los árboles de cítricos y la inspección *in situ* de brotes tiernos, se determinó la ausencia total de adultos y ninfas de *Diaphorina citri*. No obstante, durante los muestreos en los cultivos se determinó la presencia de mosca de la fruta, por lo que se contabilizaron estos ejemplares pertenecientes a los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae).

En lo que respecta a *Diaphorina citri* está limitada a hospederos de la familia Citrus y algunas Rutáceas (Halbert y Manjunath, 2004). Así también, Aubert (1987) menciona que *Diaphorina citri* no se desarrolla bien en bajas temperaturas.

Por otro lado, los resultados del presente estudio muestran la presencia de diversos insectos como enemigos naturales, dentro de los que se destacan los coccinélidos (Coleoptera), antocóridos (Hemiptera), sírfidos, dolícopódidos, asílidos (Diptera), crisópidos, hemeróbidos (Neuroptera) véspidos, varias avispas parasitoides (Hymenoptera) y algunas arañas (Aracnea).

Además existen estudios donde el psílido asiático de los cítricos es atacado comúnmente a lo largo de toda su distribución geográfica por mariquitas, sírfidos, crisopas y arañas (Aubert, 1987; Hall, Richardson, Ammar, y Halbert, 2013; Kondo et al., 2015; Michaud, 2002, 2004). Por lo que estos controladores biológicos podrían haber sido responsables en parte de la ausencia del psílido asiático de los cítricos.

Lo antes mencionado permite inferir que ante la ausencia del psílido asiático de los cítricos, no existe una diferencia poblacional entre los cultivos de cítricos ubicados en La Granja Experimental La Pradera. Por lo que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

#### **4.2. Insectos benéficos vs mosca de la fruta**

Con el fin de conocer si existió una relación entre las poblaciones de insectos benéficos y la plaga (mosca de la fruta) se realizó el análisis de varianza con medias repetidas en tiempo (mes). Los resultados muestran una interacción entre el mes de muestreo, el tipo de insecto (plaga o benéfico) y el tipo de cítrico (lima, mandarina y limón) ( $F= 22.62$ ;  $gl= 10, 1582$ ;  $p<0.0001$ ) para la variable número de insectos por trampa (insectos benéficos vs mosca de la fruta por mes) (Tabla 7).

Tabla 7

*Análisis de varianza poblaciones de insectos benéficos vs mosca de la fruta*

Fv	Gl <sub>f</sub> v	G <sub>lex</sub>	F-value	p-value
Mes	5	1582	0	>0.9999
Cítrico	2	1582	0	>0.9999
Tipo de insectos	1	1582	27485373	<0.0001
Mes: Cítrico	10	1582	0	>0.9999
Mes: Tipo de insecto	5	1582	5.52	<0.0001
Cítrico: Tipo de insecto	2	1582	259.92	<0.0001
Mes: Cítrico: Tipo de insecto	10	1582	22.62	<0.0001

La Figura 25 muestra que no existe una diferencia estadística entre los cultivos de lima y limón en lo que se refiere al porcentaje de insectos benéficos durante todo el estudio. Aunque, en el cultivo de mandarina se observó una diferencia con respecto a los otros cultivos de octubre del 2017 a febrero del 2018. Mientras en el mes de marzo no se encontró diferencia para ningún cultivo. Cabe destacar que durante todo el experimento los insectos benéficos presentaron poblaciones superiores al 92.82% comparado con las poblaciones de plagas que no superaron el 7.18% (Anexo 1).

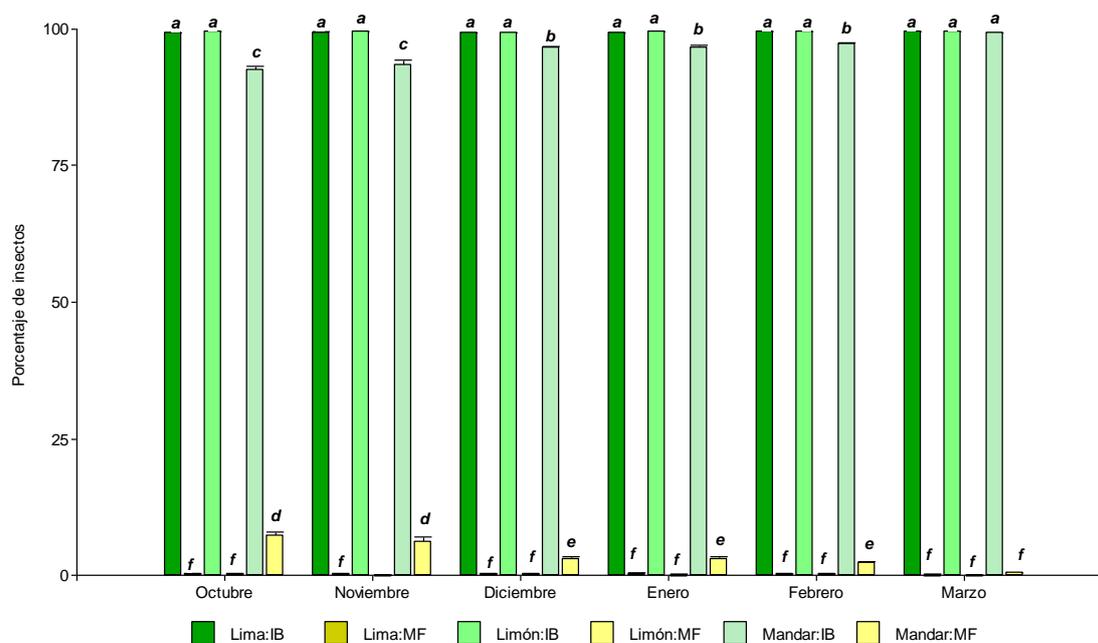


Figura 25. Población de insectos benéficos vs mosca de la fruta.

Nota: IB (Insecto Benéfico) y MF (Mosca de la Fruta)

Con respecto a las poblaciones de plaga, no se observó una diferencia estadística durante todo el estudio en los cultivos de lima y limón, dichas poblaciones no superaron el 0.27%. Mientras en el cultivo de mandarina se encontraron las mayores poblaciones de mosca de la fruta (7.18%), observándose el mayor número de insectos de esta plaga en octubre del 2017 (772) y el menor en marzo del 2018 (26) (Figura 25; Anexo 1 y 2).

Pero, además la Figura 25 muestra una similitud en las poblaciones de mosca de la fruta en los meses de octubre y noviembre, mientras que en diciembre se presentó una reducción en la población del 4.12% y no se encontró una diferencia para diciembre, enero y febrero. Sin embargo, en marzo se presentó una disminución del 2.67% en la población de la plaga, finalizando con un 0.39% de la población de mosca de la fruta en el cultivo de mandarina (Anexo 1).

Mientras que se reporta a la mosca de la fruta distribuida en todos los valles frutícolas de la zona interandina (Feicán, Encalada, y Larriva, 1999; Vilatuña, Tigrero, y Sandoval, 1992). Identificándose como hospederos de *Ceratitis* y *Anastrepha* a los cultivos de limón (*Citrus lemon* L. Burn. f.), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) y lima (*Citru aurantifolia* Christm) (Thomas et al., 2001; José Vilatuña, Valenzuela, Bolaños, Hidalgo, y Mariño, 2016). Además, en Ecuador se ha registrado esta plaga a altitudes de hasta 2388 m.s.n.m. (Sarmiento, 2010). Lo que concuerda con la presencia de mosca de la fruta en los cultivos de cítricos de La Granja Experimental La Pradera, la que se encuentra a una altitud similar (2333-2374 m.s.n.m.) de donde ha sido reportada esta plaga.

Por otro lado, las poblaciones de moscas de la fruta encontradas en los cultivos de Chaltura no presentan una relación con la precipitación, debido a que de octubre a marzo las poblaciones de mosca de la fruta disminuyeron progresivamente de 7.18% a 0.39% en el cultivo de mandarina. No obstante, la precipitación fluctuó de 84.73 mm a 20.76 mm (Figura 25; Anexo 1 y 4). En conclusión, aunque las precipitaciones fluctuaban de un mes al otro, las poblaciones de mosca de la fruta continuaban a la baja.

Sin embargo, Tucuch, Chi, y Castro, (2008) mencionan a la precipitación como el principal factor que influyen directamente en la fluctuación poblacional de *Anastrepha*. No obstante, Conde, Loza, Asturizaga, Ugarte, y Jiménez (2018) indican que esto

ocurre siempre y cuando dichas precipitaciones coincidan con el incremento de todos los factores climáticos (temperatura, precipitación y humedad relativa), debido a que las poblaciones de mosca de la fruta disminuyen en las épocas donde tanto la precipitación y humedad relativa se incrementan.

A esto hay que sumarle que Nájera y Souza (2010) estiman que las plagas solo representan un 3% de los insectos catalogados dentro de un agro-ecosistemas, por lo que las sobre poblaciones de plagas ocurren cuando se rompe el equilibrio natural en estos sistemas. Lo que podría explicar las bajas poblaciones de la plaga (1.33% en promedio) en comparación con las de insectos benéficos (98.66% en promedio) encontradas en el presente estudio.

Además, existe otro factor que influye en el incremento en las poblaciones de mosca de la fruta, el cual está relacionado con la época de fructificación y maduración, debido a que disponen de mayor cantidad de frutos donde parasitar la siguiente generación (Conde et al., 2018; Tucuch et al., 2008). Esto es similar a lo obtenido en el cultivo de mandarina donde en los meses con mayores porcentajes en fructificación y maduración coinciden con las mayores poblaciones de moscas de la fruta (Figura 25 y 31). Sin embargo, los cultivos de lima y limón no presentan esta relación, porque las poblaciones de mosca de la fruta fueron muy bajas (menores a 0.27%) (Anexo 1).

En tal sentido Branco, Vendramin, y Denardi (2000) mencionan a los cítricos dulces como hospederos secundarios o no preferenciales, por lo que sufren el ataque de moscas de la fruta, aunque en menor medida contrastado con otros frutales. Sin embargo, Black y Pemberton (1915) señalan que los cultivos de mandarina poseen una mayor sensibilidad a las infestaciones de moscas de la fruta comparándolas con el cultivo de limón, donde no se registra esta plaga. Lo que podría explicar los datos en la presente investigación donde el 92.10% de las poblaciones de mosca de la fruta se encontraron en el cultivo de mandarina, 4.78% en la lima y 3.11% en el limón (Anexo 2).

Por su parte, Black y Pemberton, (1915); Papadopoulos, Papachristos y Ioannou (2015) mencionan que esto también depende de la susceptibilidad o resistencia del huésped siendo el de mayor tolerancia a la mosca de la fruta el cultivo de limón debido a la

composición físico-químico de la cascara (cantidad y calidad de oleos y grosor de la cascara).

### 4.3. Número de insectos benéfico totales por orden

De un total de 810 trampas amarillas recolectadas en los tres cultivos de cítricos se contabilizaron 225 127 insectos benéficos de cinco órdenes.

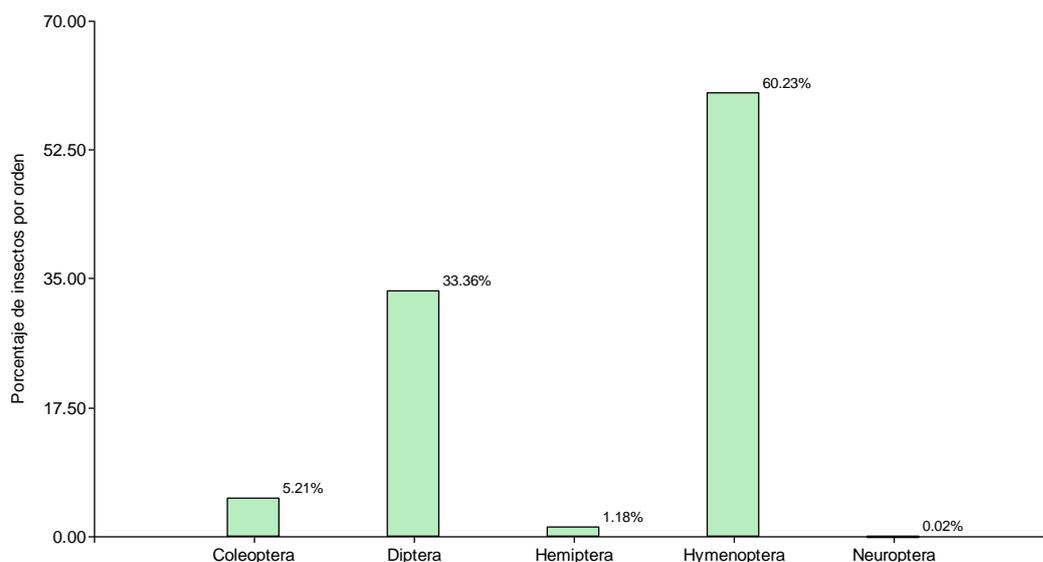


Figura 26. Porcentaje de insectos benéficos totales por orden.

La Figura 26 muestra a los órdenes con las mayores poblaciones de insectos benéficos siendo los himenópteros (60.23%) seguidos por los dípteros (33.36%), coleópteros (5.21%), hemípteros (1.18%) y neurópteros (0.02%).

De acuerdo con lo mencionado por Troya, Bersosa y Espinoza (2016) los órdenes de insectos himenópteros son los más abundantes en los bosques secos andinos de Imbabura y Pichincha representando cerca de un 70% del total de insectos muestreados, no obstante, el 95% de este grupo pertenecieron a la familia Formicidae (hormigas) por lo que la población de este orden fue menor al 1%. Lo que dista de los resultados obtenidos en este estudio, porque en el conteo no se tomaron en cuenta a las hormigas ya que se observaron cortando hojas de cítricos y protegiendo plagas, además el orden Hymenoptera fue el más abundante.

Mientras que los dípteros, coleópteros y hemípteros solo conformaron el 27% de los insectos capturados y por lo general estos órdenes suelen ser los más abundantes (Troya et al., 2016).

El análisis de varianza muestra una interacción entre el mes de muestreo y el tipo de cítrico ( $F= 22.66$ ;  $gl= 10, 1462$ ;  $p<0.0001$ ) para la variable número de insectos benéficos totales por árbol (Tabla 8).

Tabla 8  
*Análisis de varianza de número de insectos benéficos*

Fv	GLfv	GLex	F-value	p-value
Mes	5	1462	256.6	<0.0001
Cítrico	2	1462	6.38	0.0017
-Mes: Cítrico	10	1462	22.66	<0.0001

Las pruebas medias LSD de Fisher al 5% muestran que existe una diferencia estadística entre el cultivo de mandarina frente al cultivo de lima y limón, siendo la mandarina un 30% superior en la población de insectos benéficos con respecto al resto de cultivos para el mes de octubre. En cambio, en noviembre se observó una diferencia entre todos los cultivos siendo el cultivo de limón un 17% superior al de mandarina y este a su vez un 20% mayor al de la lima en la población de insectos benéficos totales por mes (Figura 27; Anexo 3).

Mientras que en diciembre y febrero se presentó una tendencia similar mostrándose una diferencia en todos los cultivos en las poblaciones de insectos benéficos, de ahí que se observó al cultivo de mandarina con las mayores poblaciones seguido por la lima y el limón, donde el cultivo de mandarina fue alrededor del 10% superior con respecto a la lima en ambos meses, y el cultivo de lima a su vez fue superior en 15.6% y 11.6% con respecto al limón para diciembre y febrero respectivamente (Figura 27, Anexo 3).

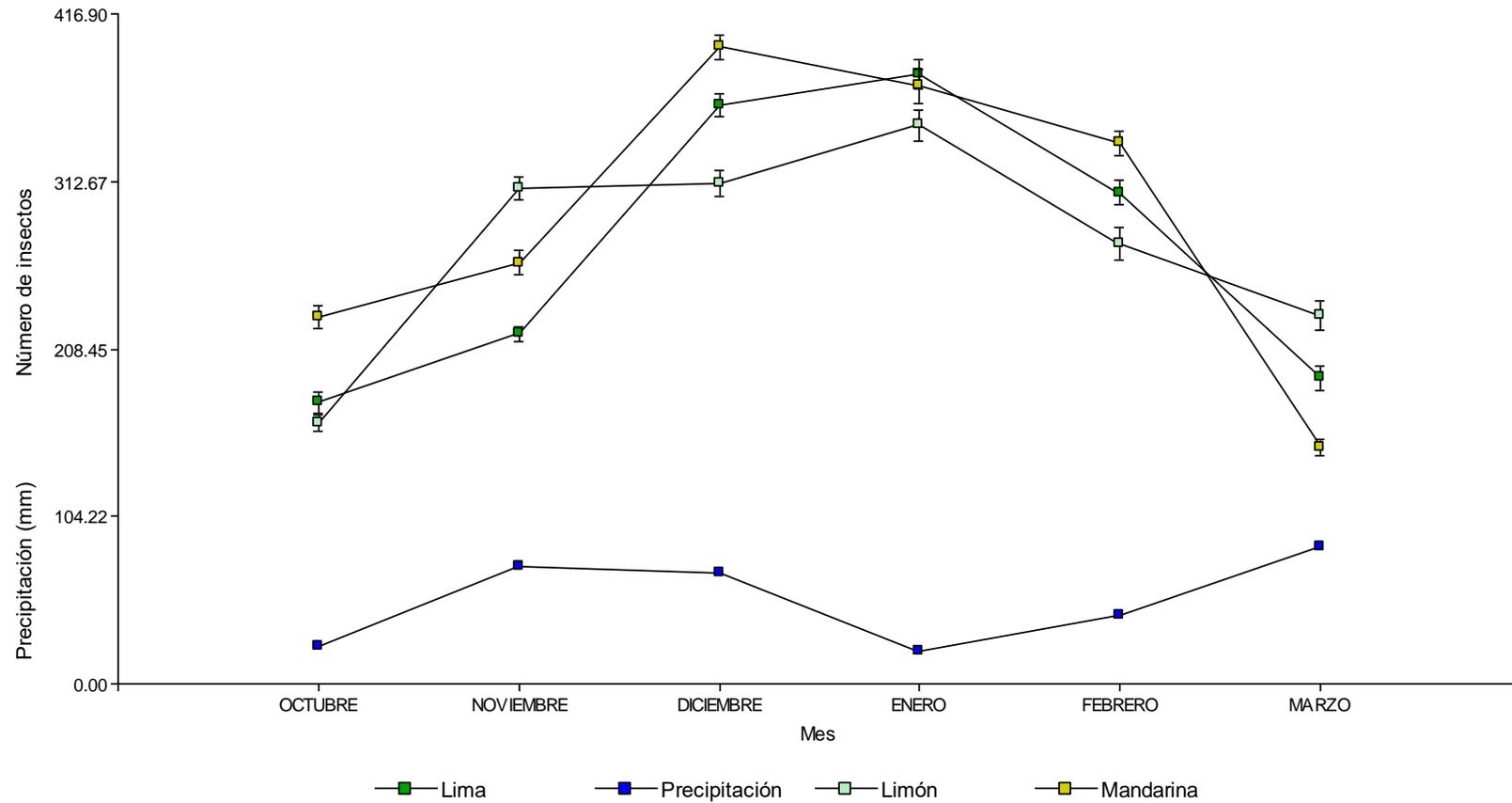


Figura 27. Número de Insectos benéficos en tres cultivos de cítricos y precipitación de octubre del 2017 a marzo del 2018.

Entretanto, en enero se observó que los cultivos de lima y mandarina fueron similares, sin embargo, se notó una diferencia con el cultivo de limón el cual presentó una población menor en un 9% con respecto a los otros cultivos. Para el mes de marzo se encontró diferencia estadística en los tres cultivos, siendo el cultivo de limón un 20% superior a la lima y este fue un 29% mayor a la mandarina en su población de insectos benéficos (Figura 27; Anexo 3).

La Figura 27 muestra los picos de mayor población de insectos benéficos para cada cultivo, siendo, en diciembre el cultivo de mandarina con 396 y enero para la lima y el limón con 380 y 348 insectos por árbol respectivamente. Por otro lado, las menores poblaciones se observaron en marzo en la mandarina con 147 y octubre para la lima y el limón con 175 y 162 insectos por árbol correspondientemente (Anexo 3).

Además, se observó una relación entre el aumento de la precipitación en octubre a noviembre (48.81 mm) con el incremento de las poblaciones de insectos benéficos en la mandarina, lima y limón de 14.77%, 24.47% y 90.94% respectivamente. Mientras que para diciembre se redujo la precipitación en 3.22 mm donde la población de insectos benéficos en el cultivo de limón subió ligeramente un 1%, por su parte, se incrementó notablemente las poblaciones en los cultivos de mandarina y la lima en 51.22% y 65.23% respectivamente (Figura 27; Anexo 3 y 4).

Por otro lado, en el mes de enero se observó una disminución en la precipitación de 48.59 mm mientras que las poblaciones de insectos benéficos se incrementaron en la lima (7.54%) y el limón (11.71%), y por lo contrario en el cultivo de mandarina decreció un 6.17%. Mientras que pese al incremento de la precipitación (22.29 mm) en febrero, las poblaciones de insectos se redujeron en los cultivos de mandarina (9.57%), lima (19.47%) y limón (21.27%). Entretanto, en marzo aumento la precipitación en 41.68 mm mientras la población de insectos benéficos se redujo en un 16.27% en el limón, 37.67% en la lima y 56.31% en la mandarina (Figura 27; Anexo 3 y 4).

En relación a lo mencionado anteriormente no parece existir una relación entre la precipitación mensual y las poblaciones de insectos benéficos las cuales aumentaban o disminuían indistintamente de la cantidad de precipitación caída.

Aunque lo expuesto por Sánchez, Salamanca, Calvache, Ortiz, y Rivera (2004) en su investigación en palma africana concluye que las precipitaciones afectan de forma negativa las poblaciones de insectos benéficos (polinizadores) en hasta un 47% con precipitaciones de 20 mm diarias. Concordando con Chura y Bedregal (2018) los cuales obtuvieron la menor cantidad de enemigos naturales (Coccinellidae) en el mes en que presentaron las mayores precipitaciones (168.5 mm) aunque esto también lo asociaron a la temperatura. Así también Martínez, Díaz y Salas (2014) mencionan a la temperatura y precipitación como factores importante para el desarrollo de enemigos naturales no obstante, señalan la importancia de evitar la aplicación de insecticidas.

Ahora bien, otro de los factores que influyen en las altas poblaciones de insectos benéficos es la presencia de cobertura vegetal (Nájera y Souza, 2010). Además, Van Emden (1965) plantea la importancia de los arvenses en la dinámica poblacional de los insectos benéficos, concordando con Altieri et al., (1995) que mencionan que los cultivos con una cobertura vegetal poseen abundancia de insectos benéficos como escarabajos (Coleoptera: Carabidae), sírfidos (Diptera: Syrphidae) y mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae).

Mientras Altieri y Letourneau (1982) indican que una mayor biodiversidad de plantas implica más fuentes de alimento y refugio disponible para los insectos benéficos. Condiciones similares a las observadas en el presente estudio, en la cual los cultivos de cítricos permanecieron con presencia de cobertura vegetal, lo que podría haber contribuido a estos servicios eco-sistémicos para los insectos benéficos.

Por otro lado, de los factores que influyen en las altas poblaciones de insectos benéficos y enemigos naturales es la no aplicación de pesticidas, por lo que según estimaciones de Pimentel et al., (1992) hasta el 90% del control de plagas se realiza por medio de enemigos naturales en agro-ecosistemas, donde los insectos parasitoides y predadores son un método eficiente de control, siempre y cuando no se interrumpa sus patrones de comportamiento con la aplicación de pesticidas.

De allí que, durante los meses de muestreo se contabilizaron 225 127 insectos benéficos en los cultivos de cítricos de la Granja Experimental La Pradera, debido a que dichas poblaciones pudieron desempeñar un rol en el control natural del psílido asiático y la

mosca de la fruta. Concordando con lo mencionado por Altieri et al., (1995) acerca de la hipótesis de enemigos naturales, donde explica que cuando las poblaciones de estos insectos benéficos son mayores realizan un control de plagas más eficiente.

Lo anterior coincide con la presente investigación en donde no se realizaron aplicaciones de pesticidas por al menos un año antes, ni durante el estudio. Y las poblaciones de insectos benéficos fueron superiores a las de mosca de la fruta, estas últimas tuvieron poblaciones bajas debido posiblemente a que existió un control natural.

En este sentido Vázquez, Matienzo, Veitía, y Alfonso (2008) afirman que cuando exista esta regulación debe ocurrir una reciprocidad entre plaga y enemigo natural debido a que son factores densidad-dependientes. Además, mediante la observación directa en campo se contemplaron cambios en las poblaciones de insectos plagas que iban de la mano con los cambios en las poblaciones de insectos benéficos.

#### 4.4. Número de insectos benéfico por orden y cultivo

En el muestreo de trampas amarillas se clasificó y contó insectos benéficos de cinco órdenes (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Neuroptera).

Los análisis muestran que existe una interacción entre el mes de muestreo, el tipo de cítrico y el orden de insectos ( $F=8.95$ ;  $gl=40,3958$ ;  $p<0.0001$ ) para la variable número de insectos benéficos (Tabla 9).

Tabla 9  
*Análisis de varianza mes, cítrico y orden de insectos benéficos*

Fv	Gal fv	Gl ex	F-value	p-value
Mes	5	3958	3.22	0.0067
Cítrico	2	3958	7.18	0.0008
Orden	4	3958	3215.75	<0.0001
Mes: Cítrico	10	3958	4.32	<0.0001
Mes: Orden	20	3958	65.65	<0.0001
Cítrico: Orden	8	3958	25.1	<0.0001
Mes: Cítrico: Orden	40	3958	8.95	<0.0001

Las pruebas medias LSD de Fisher al 5% muestran que existe una tendencia en la población de insectos benéficos por orden, observándose la mayor población de insectos del orden Hymenoptera seguido por la Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Neuroptera en todos los cultivos (Figura 28, 29 y 30).

Por otro lado, el orden Hymenoptera es el único que sigue la misma tendencia poblacional de los insectos benéficos totales (Figura 27, 28, 29 y 30). Además, se muestra un rango de población que va desde 88 a 256 individuos por árbol en el orden Hymenoptera. Mientras los órdenes Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Neuroptera presentan rangos de 22 a 160, de 6 a 35, de 0.51 a 8 y de 0.33 a 0 respectivamente (Anexo 5, 6 y 7).

De acuerdo con las observaciones en campo los órdenes con mayores poblaciones (Hymenoptera y Diptera) son aquellos con una mayor movilidad, por lo que llegaban a todos los estratos del árbol con mayor frecuencia y rapidez, para alimentarse y buscar refugio dentro de los cultivos de cítricos de la Granja Experimental “La Pradera”.

Además, se evidenció que el número de insectos benéficos del orden Coleoptera (Coccinellidae) y Neuroptera (Chrysopidae) fueron superiores a las capturadas por las trampas amarillas de los cítricos.

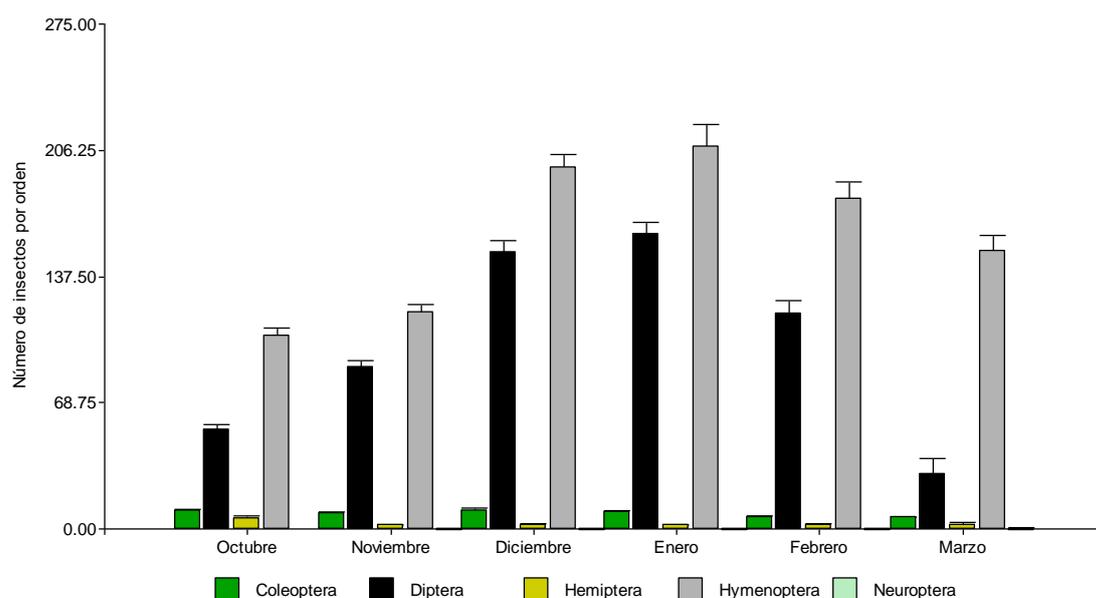
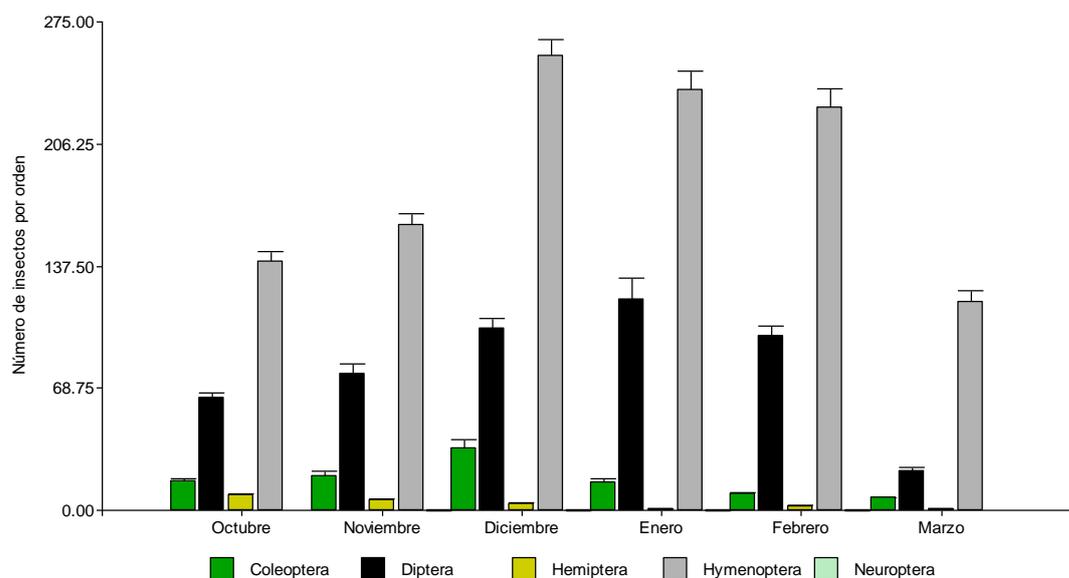


Figura 28. Número de insectos benéficos por orden en el cultivo de lima.

Como se muestra en la figura 28 en el cultivo de lima se observan las mayores poblaciones de insectos benéficos por árbol en enero para los órdenes Hymenoptera (208) y Diptera (160), en diciembre para el orden Coleoptera (10), octubre para Hemiptera (6) y en marzo para Neuroptera (0.33). Por otro lado, las menores poblaciones se presentaron en octubre para el orden Hymenoptera (105) y Neuroptera (0), marzo para Diptera (30) y Coleoptera (6) y enero para Hemiptera (2) (Anexo 5).

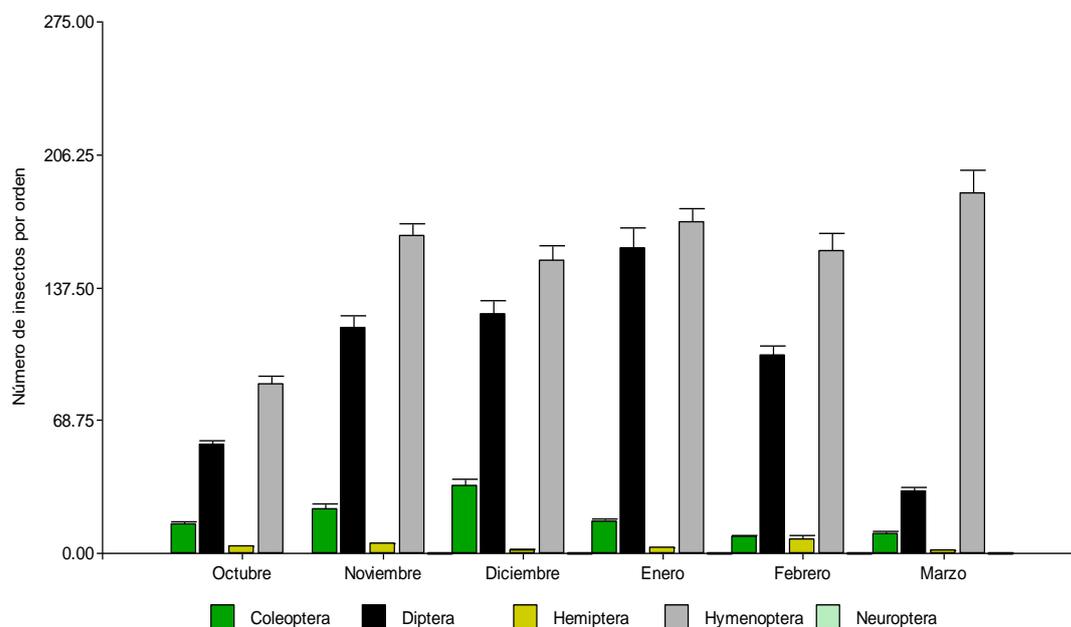
Por otro lado, en este cultivo se encontraron las mayores poblaciones de insectos benéficos totales de los órdenes Diptera y Neuroptera en los tres cultivos de cítricos, sin embargo, en el mismo cultivo también se encontró las poblaciones más bajas del orden Coleoptera y Neuroptera (Figura 28).



*Figura 29.* Número de insectos benéficos por orden en el cultivo de mandarina.

En la figura 29 se indica el número de insectos benéficos por árbol en el cultivo de mandarina, donde los órdenes Hymenoptera (256) y Coleoptera (34) presentaron las mayores poblaciones en diciembre, Diptera (118) en enero, Hemiptera (8) en octubre y Neuroptera (0.07) noviembre. Mientras las menores poblaciones se observaron para el orden Hymenoptera (117), Diptera (22) y Coleoptera (7) en marzo, Hemiptera (0.51) en enero y Neuroptera (0) en octubre y marzo (Anexo 6).

Además, en el cultivo de mandarina se mostraron las mayores poblaciones totales de himenópteros y hemípteros, y, por lo contrario, se presentaron las poblaciones más bajas de dípteros durante la investigación en los tres cultivos (Figura 29).



*Figura 30.* Número de insectos benéficos por orden en el cultivo de limón.

En el cultivo de limón se puede observar las mayores poblaciones de insectos benéficos de acuerdo a los órdenes: Hymenoptera (186) en marzo, Diptera (157) en enero, Coleoptera (35) en diciembre, Hemiptera (7) en febrero y Neuroptera (0.04) en noviembre. Del mismo modo, se encuentran las menores poblaciones de Hymenoptera (88) y Neuroptera (0) en octubre, Diptera (32) y Hemiptera (1) en marzo y Coleoptera (8) en febrero. (Figura 30; Anexo 7).

Además, los coleópteros presentan su mayor población en diciembre y la menor población de himenópteros en el cultivo de limón (Figura 30). En ese contexto, se observó que las poblaciones de los órdenes (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Neuroptera) fluctúan de mes en mes y no coinciden con las poblaciones totales de insectos benéficos con excepción de los himenópteros. Se concluye, que cada orden se comporta de manera diferente frente a las condiciones del cultivo y el ambiente en el que se encuentran.

Debido a que los himenópteros fueron los insectos más abundantes en el presente estudio y es de relevancia que Triplehorn y Johnson (2005) afirman que los himenópteros son el orden de insectos de mayor importancia para el ser humano, debido a los beneficios que estos proveen, encontrándose parasitoides, depredadores y los polinizadores más importantes de las plantas.

En relación a lo anterior, se han descrito unas 115000 especies del orden Hymenoptera (Triplehorn y Johnson, 2005). Aunque, estimaciones de Grimaldi y Engel (2005) proponen que los himenópteros son el orden con mayor diversidad de incluirse las especies no descritas, este orden alcanzaría entre los 600000 y 1200000 de especies. Además, existen estudios que sugieren que son el orden más rico en diversidad en áreas tropicales (Fernández y Sharkey, 2006).

Por otro lado, los dípteros constituyen uno de los mayores órdenes de insectos, siendo abundantes en prácticamente cualquier lugar del mundo, estimándose más de 150000 especies del orden Diptera los cuales que encuentran (Delgado y Sáenz, 2011). Aunque, desde un punto de vista agronómico y económico son de gran importancia ya que este orden tiene tanto especies benéficas como dañinas (Vega, 2014). Mientras el orden Diptera está probablemente al mismo nivel de diversidad biológica que el orden Coleoptera considerado el más rico en diversidad de insectos (Grimaldi y Engel, 2005).

Lo anterior podría estar relacionado con la cantidad de los insectos capturados por orden donde los órdenes Hymenoptera, Diptera y Coleoptera fueron los más abundantes de este estudio y a su vez los más diversos.

#### **4.5. Determinación del estado fenológico de los cítricos**

Una vez realizados los análisis de varianza se muestra una interacción entre el mes, la especie cítrico y el porcentaje de ramas por categoría del estado fenológico ( $F= 26.82$ ;  $gl= 40, 3958$ ;  $p<0.0001$ ) para la variable determinación del estado fenológico de los cítricos (Tabla 10).

Las pruebas medias LSD de Fisher al 5% muestran una fluctuación en el porcentaje de ramas en latencia en los cultivos de: 43% a 66% en lima, 51% a 76% en mandarina y

34% a 56% en limón. Representando una diferencia notable entre el porcentaje de ramas en latencia y las otras categorías fenológicas (Anexo 8, 9 y 10).

Tabla 10  
*Análisis de varianza del estado fenológico de los cítricos*

Fv	Gl. fv	Gl. ex	F-value	p-value
Mes	5	3958	0	>0.9999
Cítrico	2	3958	0	>0.9999
Categoría	4	3958	4722.98	<0.0001
Mes: Cítrico	10	3958	0	>0.9999
Mes: Categoría	20	3958	47.19	<0.0001
Cítrico: Categoría	8	3958	125.7	<0.0001
Mes: Cítrico: Categoría	40	3958	26.82	<0.0001

Presentándose rangos de ramas en brotación, floración, fructificación y maduración de 5% a 17%, 9% a 22%, 9% a 17% y 0.17% a 9% en el cultivo de lima respectivamente. Asimismo, en el cultivo de limón se encontraron rangos de ramas de 2% a 13% en brotación, 3% a 26% en floración, 7% a 23% en fructificación y 7% a 24% de maduración. Mientras que en el cultivo de mandarina fueron de 2% a 24% en brotación, 0.31% a 9% en floración, 3% a 11% en fructificación de 3% a 22% en maduración. (Figura 31; Anexo 8, 9 y 10).

La figura 31 muestra el porcentaje de ramas en brotación en octubre y noviembre donde el cultivo de mandarina difiere estadísticamente a la lima y el limón, en diciembre y enero no existe diferencia entre cultivos, en febrero se presenta una diferencia entre todos los cultivos y en marzo la mandarina y lima difieren del cultivo de limón para el porcentaje de ramas en brotación.

Mientras el porcentaje de floración en octubre difiere entre el cultivo de limón y la mandarina, los meses de noviembre, febrero y marzo presentan una diferencia en los tres, por su parte en diciembre el cultivo de lima y limón son diferentes al cultivo de mandarina y en enero se observa una diferencia entre el cultivo de lima con el de limón y la mandarina (Figura 31).

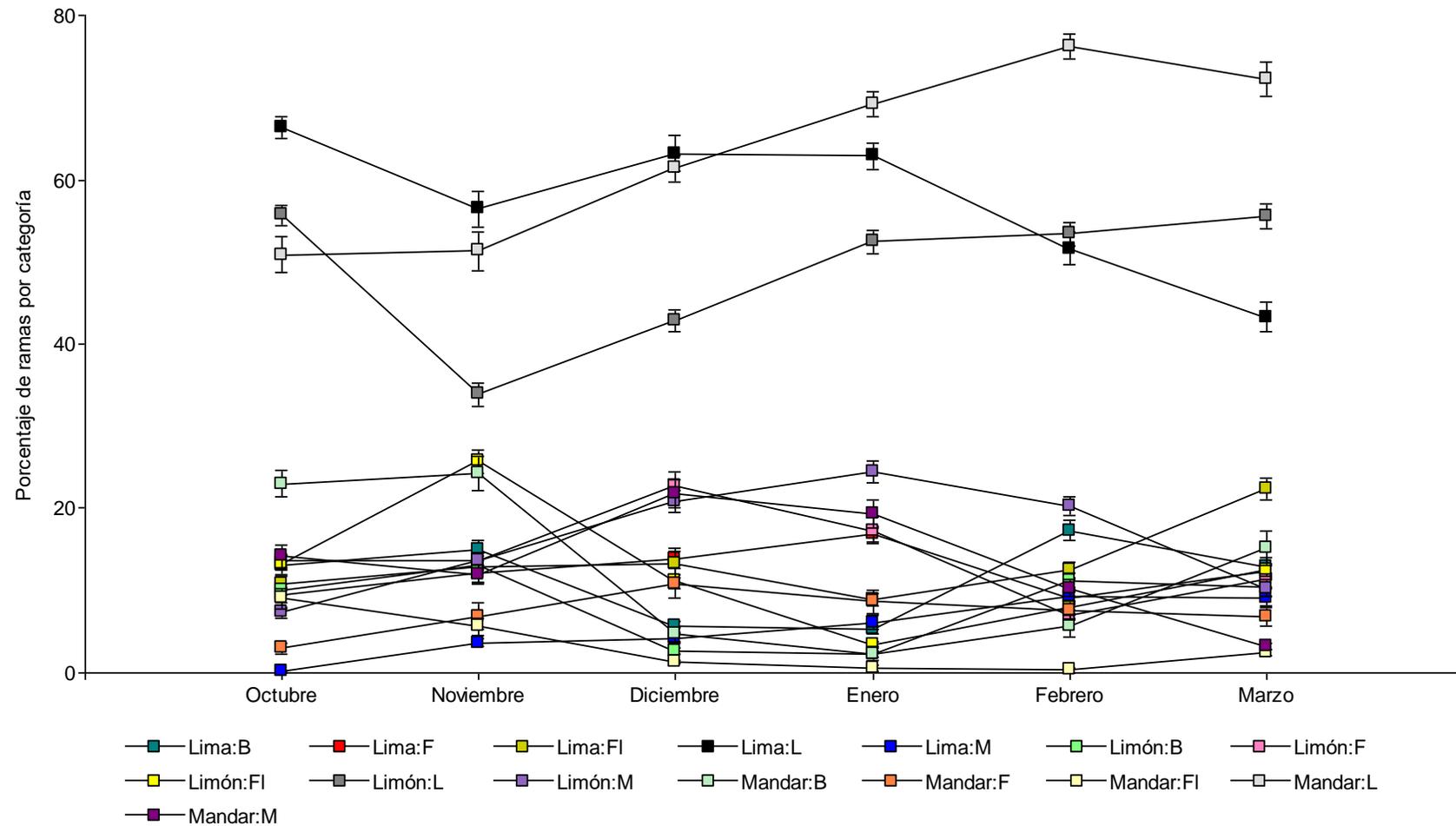


Figura 31. Porcentaje de ramas por categoría del estado fenológico de los cítricos por mes.  
 Nota: Siendo B (brotación), FI (floración), F (fructificación), M (maduración) y L (latencia).

Además, el porcentaje de ramas en fructificación muestran que existe una diferencia estadística entre los tres cultivos en octubre y febrero, mientras que en noviembre, enero y marzo se observa que el limón y lima presentan una diferencia con respecto a la mandarina. Por otro lado, para diciembre el limón presenta una diferencia con la mandarina y lima en el porcentaje de ramas en fructificación (Figura 31).

En lo que respecta a la maduración se observa una diferencia en los tres cultivos en octubre y enero, noviembre y diciembre mandarina y limón difieren de la lima, febrero mandarina y lima son diferentes al limón y en marzo se muestra que existe diferencia entre los cultivos de lima y limón con el de mandarina (Figura 31).

**4.6. Número de insectos benéfico vs Fenología del cultivo**

La fenología de los cultivos es uno de los factores que podrían afectar las poblaciones de insectos benéficos, por lo que en las figuras 32, 33 y 34 muestran el porcentaje de ramas en los diferentes estadios fenológicos del cultivo de lima, mandarina y limón respectivamente, frente a las poblaciones de insectos benéficos.

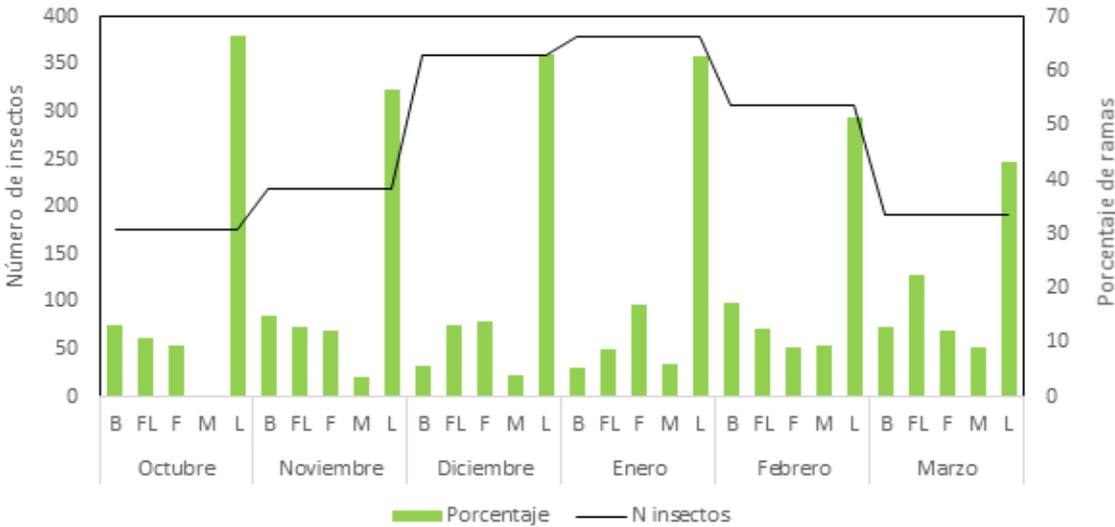


Figura 32. Insectos benéficos vs fenología del cultivo de lima.

Nota: Siendo B (brotación), FL (floración), F (fructificación), M (maduración) y L (latencia).

La figura 32 muestra que los mayores porcentajes de ramas en brotación se presentaron en febrero (17%) y noviembre (15%). Mientras los menores porcentajes de ramas se encontraron

en diciembre (6%) y enero (5%), meses en los cuales las poblaciones de insectos benéficos fueron mayores (360 y 380 respectivamente) (Figura 26 y 32; Anexo 5 y 8).

Por otra parte, el porcentaje de ramas en floración se observan al alza en octubre (10.9%), noviembre (12.8%) y diciembre (13.3%). Aunque, en enero se ve un descenso en el porcentaje de ramas en floración (8.9%), sin influir directamente en las poblaciones de insectos benéficos los cuales continuaron en aumento hasta alcanzar su pico en enero (380). Mientras el porcentaje de floración se incrementó en febrero (12.6%) y marzo (22.3%), las poblaciones de insectos fueron a la baja hasta marzo (191) (Figura 32; Anexo 5 y 8).

Además, el porcentaje de ramas en fructificación va en incremento desde octubre (9.5%) hasta llegar a su pico en enero (16.9%), mientras en febrero se observa una disminución (9.2%). De la misma forma que las poblaciones de insectos benéficos, aunque en marzo el porcentaje de ramas fueron al alza y el número de insectos disminuyó. Con respecto al porcentaje de ramas en maduración se observa un incremento de octubre (0.2%) a febrero (9.4%) y una ligera baja en marzo (9.1%) (Figura 32; Anexo 5 y 8).

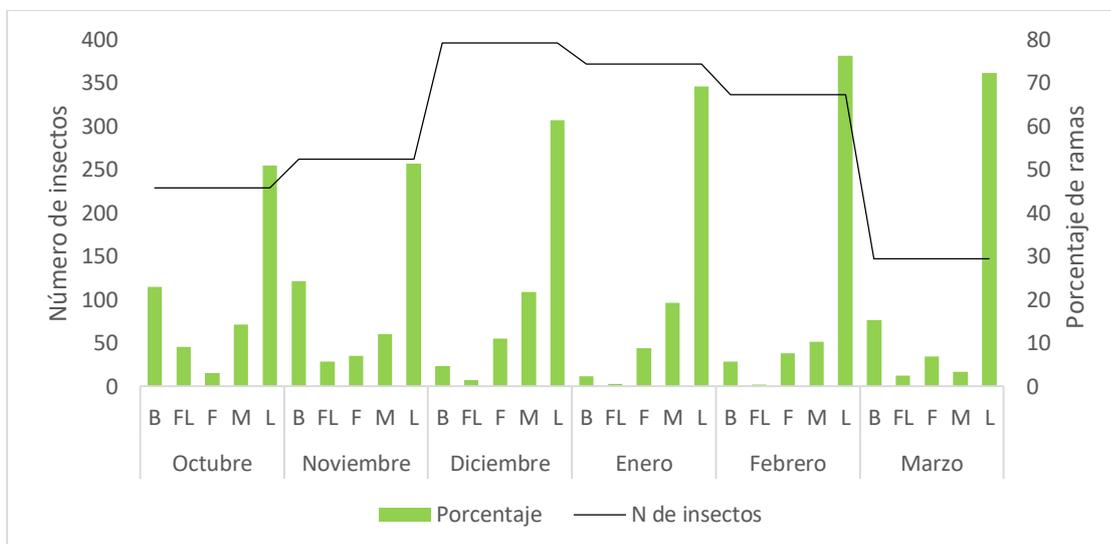


Figura 33. Insectos benéficos vs fenología del cultivo de mandarina.

Nota: Siendo B (brotación), FL (floración), F (fructificación), M (maduración) y L (latencia).

Como se observa en la Figura 33 el porcentaje de ramas en brotación es mayor en octubre (23%) y noviembre (24%), luego tiende a la baja en diciembre (4.7%), enero (2.3%) y febrero (5.7%), meses en los que se presentaron las mayores poblaciones de insectos 396, 372 y 336

respectivamente, mientras en marzo se muestra un incremento del porcentaje de ramas (15.2%) y se exhibe la menor población de insectos benéficos (147) (Anexo 6 y 9).

Además, se muestra el mayor porcentaje de ramas en floración en octubre (9%), donde la población de insectos benéficos fue de 228, luego el porcentaje bajó a 5.6% en noviembre, 1.4% en diciembre, 0.5% en enero y 0.3% en febrero, por otro lado, el número de insectos benéficos se elevaron de 228 en octubre a 262 en noviembre y en punto más alto en diciembre con 396 individuos. Por lo contrario, la población decreció en enero (371), febrero (336) y marzo (147) (Figura 33; Anexo 6 y 9).

Mientras parecería existir una relación entre las poblaciones de insectos benéficos y el porcentaje de ramas en fructificación, debido a que los porcentajes de ramas presenta un aumento de octubre a noviembre y diciembre de 3%, 6.9% y 10.9% respectivamente, al mismo tiempo que las poblaciones de insectos benéficos. Por lo contrario, en enero, febrero y marzo disminuyó los porcentajes de ramas en fructificación hasta 6.8%. Del mismo modo se redujeron las poblaciones de insectos hasta su punto más bajo (147). Asimismo, el porcentaje de maduración durante el estudio muestra un incremento de 7.3% en octubre a 24.4% enero y para el mes de febrero (10.3%) y marzo (3.3%) descendió. Siguiendo una curva similar a la del número de insectos benéficos (Figura 33; Anexo 6 y 9).

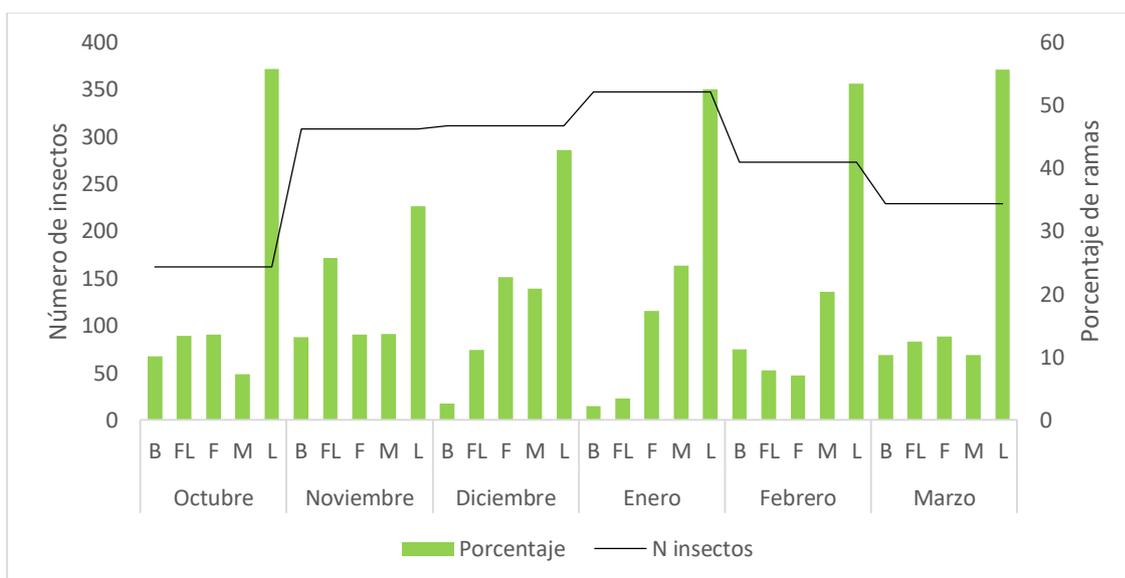


Figura 34. Insectos benéficos vs fenología del cultivo de limón.

Nota: Siendo B (brotación), FL (floración), F (fructificación), M (maduración) y L (latencia).

La figura 34 muestra un incremento en el porcentaje de ramas en brotación de octubre (10.1%) a noviembre (13.1%), para luego descender en diciembre a 2.6% y llegar a su mínimo en enero (2.3%), mientras en febrero y marzo aumentaron los porcentajes a 11.2% y 10.4% respectivamente. Por otro lado, las mayores poblaciones de insectos benéficos se presentaron en diciembre (311) y enero (347) coincidiendo con los meses de menores porcentajes de ramas en brotación (Anexo 7 y 10).

Por otra parte, el porcentaje de ramas en floración se observan al alza en octubre (13.3%) y noviembre (25.7%) al igual que el número de insectos benéficos de 162 a 308. Aunque, en diciembre y enero baja el porcentaje a 11.1% y 3.5% respectivamente, y se incrementa en febrero (7.9%) y marzo (12.5%). Mientras las poblaciones de insectos benéficos más altas se encontraron en enero (347) coincidiendo con los menores porcentajes de ramas en floración (Figura 34; Anexo 7 y 10).

Además, el porcentaje de ramas en fructificación va en incremento desde octubre (13.6%) hasta llegar a su pico en diciembre (22.7%), mientras en enero (17.3%) y febrero (7.1%) se observó una disminución y se incrementó el porcentaje de ramas para marzo (13.3%). De la misma forma que las poblaciones de insectos fueron al alza de octubre a enero, para finalmente disminuir en febrero (273) y marzo (229) (Figura 34; Anexo 7 y 10).

Como se observa en la figura 34 tanto en porcentaje de ramas en maduración y el número de insectos benéficos presentan una curva similar, observándose un incremento de octubre a enero del porcentaje de ramas de 7.3% a 24.5% y el número de insectos benéficos de 162 a 347 respectivamente. Así pues, esta similitud se mantuvo en febrero y marzo donde se observó un descenso en el porcentaje de ramas de 20.3% a 10.3% y el número de insectos de 273 a 229 en febrero y marzo respectivamente (Anexo 7 y 10).

De acuerdo con Orduz y Garzón (2012) el principal factor climático que influye en el crecimiento y desarrollo de los cítricos de la zona tropical próxima a la línea ecuatorial es la precipitación. De ahí que Orduz, Monroy y Fischer (2010) mencionan que después del inicio de la temporada lluviosa en marzo el porcentaje de ramas en brotación llegó al 90%. Además, Orduz y Garzón (2012) obtuvieron los mismos resultados donde luego de una precipitación acumulada de 15 días de 290.2 mm en abril se reportó un 90% de ramas en brotación. Datos que distan a los presentados en este estudio donde los resultados del porcentaje máximo de

brotación fueron del 13% en el limón en noviembre, 17% en la lima en febrero y 24% en la mandarina en noviembre (Anexo 8, 9 y 10). Tal vez estas diferencias se deban a la baja precipitación acumulada en el período octubre 2017– marzo 2018 (314 mm) (Anexo 4).

Sin embargo, se menciona que el comportamiento de la brotación vegetativa de los cítricos subtropicales presentan tres o cuatro picos de crecimiento de ramas en brotación (Agusti, 2003; Orduz et al., 2010; Urrutia et al., 2007). Lo que concuerda con la presente investigación donde se observa el primer pico del porcentaje de brotación en octubre y noviembre para el cultivo de lima, mandarina y limón mientras el segundo pico se presentó en febrero y marzo en la lima y limón, y marzo para la mandarina (Figura 32, 33 y 34). Además, durante todo el estudio se obtuvo presencia de ramas en brotación coincidiendo con lo mencionado por Mendel (1969) acerca de la producción permanente de brotes en cítricos del trópico.

De la misma forma Urrutia et al., (2007) menciona haber encontrado brotaciones totales durante diferentes épocas del año que variaron de 30% a 40%. Por su parte Orduz et al., (2010) mencionan que una vez terminada la temporada de brotación máxima (época lluviosa) se presentaron brotaciones de 13 a 54%, debido a las precipitaciones regulares.

Con respecto a la floración esta llegan de forma simultánea con la brotación, en el mismo mes aproximadamente tres semanas después. Además, se reportan en cultivos de mandarina porcentajes de ramas en floración de hasta un 40% en marzo. Adicionalmente se encontraron ramas extemporáneas de menor intensidad de 3 a 6% (Orduz et al., 2010). Por su parte, Orduz y Garzón (2012) presentaron floraciones de 68, 32, 15 y 10% dependiendo del déficit hídrico de cada año. Lo anterior podría explicar los porcentajes de floración encontrados en este estudio. Siendo de 3.5 a 25.7% en el cultivo de limón, 8.9 a 22.3% en la lima y 0.3 a 9.1% en la mandarina.

#### 4.7. Temperatura

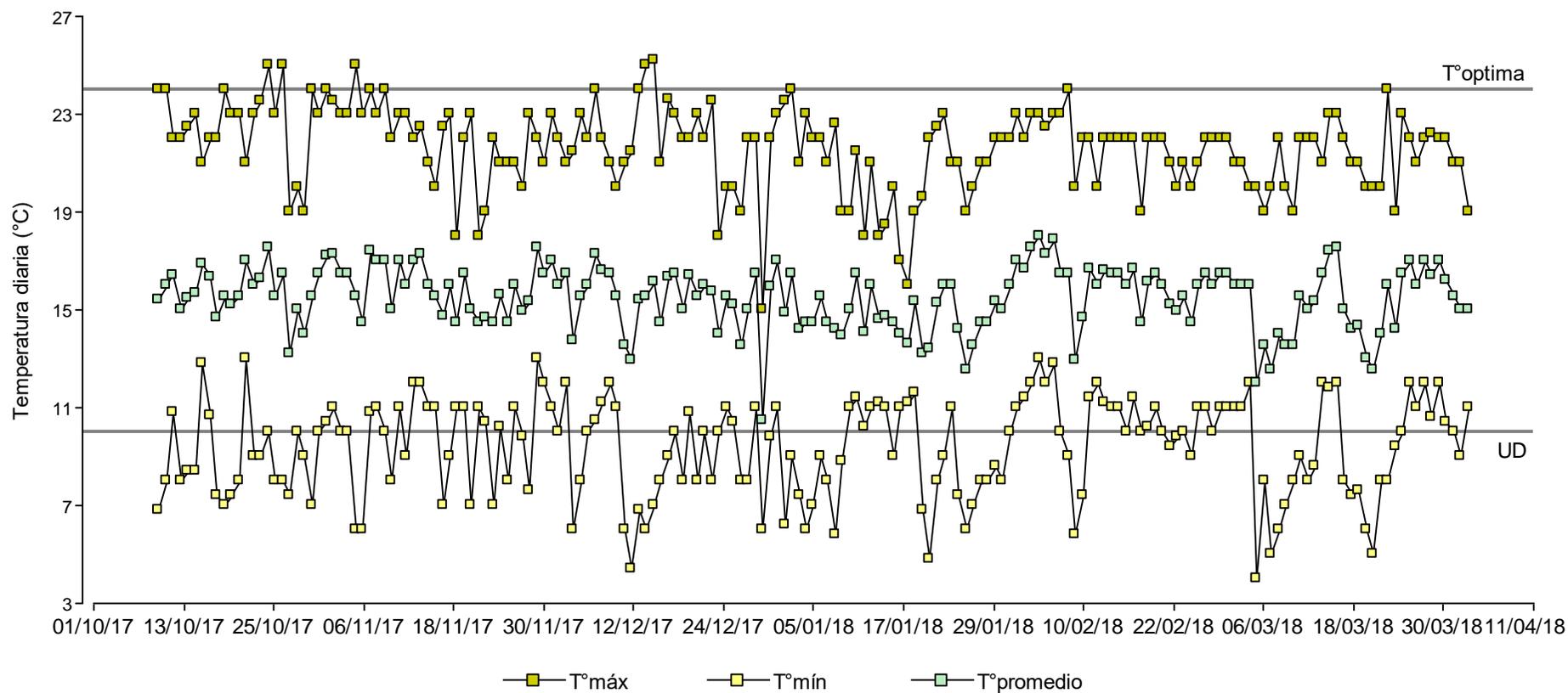


Figura 35. Temperatura diaria (umbral de desarrollo y temperatura óptima para el desarrollo de *Diaphorina citri*) comprendida entre octubre del 2017 a marzo del 2018.

Tal y como se muestra en la figura 35 las temperaturas promedio registradas se encuentran por debajo de los requerimientos óptimos para el desarrollo de *Diaphorina citri*. Además, de encontrarse temperaturas mínimas por debajo el UD (Umbral de Desarrollo) durante toda la investigación llegando a registrarse temperaturas mínimas de hasta 4° C. Por otro lado, se observa que son pocos los días en los que las temperaturas máximas llegan al rango óptimo para el desarrollo del psílido.

Referente a lo mencionado por Coscolla (1980) de los factores climáticos el de mayor relevancia es la temperatura, la cual cuando presenta valores extremos influye como un regulador de población de insectos. Mientras que la precipitación acumulada y la humedad relativa son factores que no siempre presentan una relación con la población de insectos (Del Toro y Méndez, 2007). Estos resultados son similares a los obtenidos a la presente investigación. En los meses de octubre y noviembre se observó una relación entre el incremento de la precipitación y el número de insectos benéficos, sin embargo, en el resto de la investigación los resultados fueron variables (Figura 27).

Siendo que el psílido asiático requiere de periodos donde las condiciones climáticas sean favorables (Lui y Tsai, 2000). Y en vista de que Aubert (1987) menciona a la temperatura como un factor que influye en el desarrollo de la población de *Diaphorina citri*, a la vez que Fung y Chen (2006) muestran que el desarrollo del psílido se ve afectado de forma negativa a temperaturas menores de 10° C y mayores a 33° C, por su parte, Botero et al, (2014) manifiestan que con temperaturas por debajo de los 17° C su desarrollo se ve afectado.

Lo anteriormente mencionado podría explicar la ausencia de *Diaphorina citri* en los cultivos de cítricos de La Granja Experimental La Pradera, debido a que se presentaron temperaturas promedio que van de 10.5 a 18° C y las temperaturas mínimas llegaron a los 4° C, por lo que, bajo estas temperaturas el psílido no se desarrolla de manera adecuada. Además, el psílido se encuentra ausente en huerto cítricos localizados sobre los 1800 m.s.n.m. donde en ocasiones se presenten heladas (Aubert, 1987). Lo que va en concordancia con la presente investigación ya que se desarrolló a una altitud de 2333 msnm y no se registraron especímenes de *Diaphorina citri*.

Por otro lado, los insectos benéficos se ven expuestos a diferentes condiciones entre las cuales la de mayor relevancia es la temperatura para los enemigos naturales (Vázquez et al., 2008).

Sin embargo, Nicholls (2008) indica la adaptabilidad de los bioreguladores a diferentes condiciones climáticas. Mientras los polinizadores se ven afectados principalmente por el cambio de uso de tierra, como la intensificación agrícola que deriva en la pérdida de recursos alimenticios, lugares de nidificación, reproducción y cobijo. Además se considera al cambio climático una amenaza real para la conservación de los polinizadores (FAO, 2009).

Por otra parte, se menciona que existe una gran variedad de insectos adaptados a diferentes condiciones encontrándose insectos que sobreviven por cortos periodos temperaturas por debajo del punto de congelación, ralentizando su crecimiento y desarrollo (Triplehorn y Johnson, 2005). De acuerdo con Nicholls (2008) los reguladores de población se observan en diferentes condiciones climáticas a una misma especie.

#### **4.8. Presencia de enemigos naturales**

Se determinó la presencia de enemigos naturales con diferentes técnicas descritas en la metodología en campo y laboratorio, siendo las más importantes las colectas de huevos, larvas y adultos de predadores e insectos parasitados para ser llevados al laboratorio.

En los resultados de la presente investigación se obtuvieron 41 insectos como enemigos naturales de plagas en los cultivos de cítricos, distribuidos en 8 familias pertenecientes a cinco órdenes que fueron observados predando pulgones, mosca blanca y trips. Dentro de los cuales las familias de predadores con mayor diversidad fueron: los coccinélidos y sífidos. De estos grupos se identificaron siete y cinco especies respectivamente. Por otro lado, en lo que respecta a los parasitoides se obtuvo varios morfo-tipos del orden Hymenoptera. Además, se encontraron 13 arácnidos con un tamaño de entre 2 a 11 mm y de diversos colores (café, blanco, verde, negro, rojizo).

##### *4.8.1. Predadores*

Dentro de este grupo se encontraron varios especímenes que se detallan a continuación:

###### *4.8.1.1. Coleópteros (Coccinellidae)*

Durante el presente estudio se identificaron 7 especies de coleópteros de diferentes colores y tamaños, como predadores de mosca blanca y pulgón, pertenecientes a la familia Coccinellidae.

De los coccinélidos capturados se logró observar el ciclo de vida de *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sp* y *Harmonia sp*, (Figura 36, 37 y 38) además de encontrarse dos coccinélidos que no se logró identificar.

Tabla 11  
Número y porcentaje de coccinélidos capturados

Especie	N°	%
<i>Hippodamia convergens</i>	22	43.1
<i>Cycloneda sp</i>	10	19.6
<i>Mulsantina sp</i>	6	11.8
<i>Harmonia sp</i>	4	7.8
Coccinélido “A”	4	7.8
Coccinélido “B”	3	5.9
<i>Neda sp</i>	2	3.9

○ *Hippodamia convergens*

Esta especie de coccinélido fue la más abundante dentro de los cultivos de cítricos (Tabla 11), siendo la primera en observarse en sus diferentes estadios inmaduros.

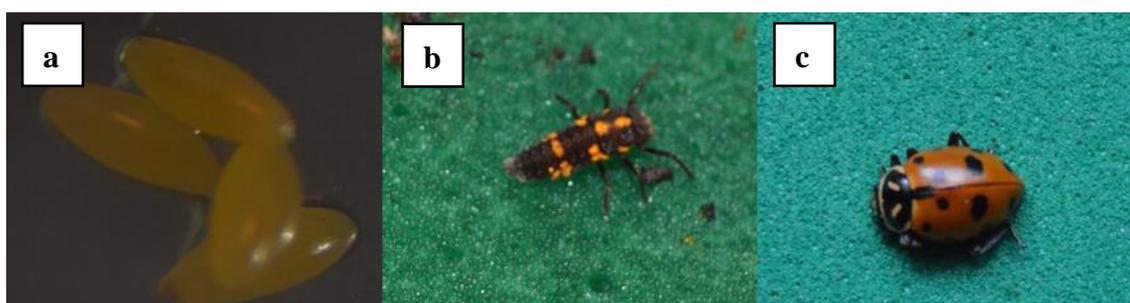


Figura 36. Estadios principales de *Hippodamia convergens*: a) huevo, b) larva y c) adulto.

Se capturaron huevos, larvas y adultos del coccinélido, principalmente en los arvenses del cultivo de lima, los cuales fueron llevados al laboratorio para observar su comportamiento durante su desarrollo y se comprobó su hábito predador de pulgón. Se alimentaron exclusivamente de pulgón y dejaron de lado a las ninfas de mosca blanca, evidenciándose la preferencia alimentaria de este insecto.

Este coccinélido es de forma ovalada alargada de 5 mm de largo por 4 mm de ancho, cabeza de color negro con una mancha blanca en el labro, clípeo y la parte inferior de los ojos, posee antenas clavadas de 9 segmentos, su pronoto es de color negro con borde anterior y laterales blanco con dos manchas blancas cilíndricas, en sus élitros se observan 12 manchas negras ovoides de diferentes tamaños distribuidas en tres hileras horizontales (Figura 32: c).

○ *Cycloneda sp*



Figura 37. Estadios principales de *Cycloneda sp*: a) huevo, b) larva y c) adulto.

Se capturaron larvas y adultos principalmente en los arvenses del cultivo de lima y limón, los cuales fueron llevados al laboratorio para observar su comportamiento durante su desarrollo. Además, se determinó un hábito predador de pulgón y mosca blanca. Dicho coccinélido presenta una forma ovalada de 3 mm de largo por 2 de ancho con una cabeza negra con una mancha blanca en el clípeo, labro y la parte inferior de los ojos, sus antenas son clavadas de 9 segmentos, también presenta un pronoto negro con borde anterior y laterales blancos y con dos manchas ovoides, se observan sus élitros de color ladrillo sin manchas (Figura 37: c).

○ *Mulsantina sp*



Figura 38. Estadios principales de *Mulsantina sp*: a) huevo, b) larva y c) adulto (hembra y macho).

Las capturas se realizaron principalmente en el cultivo de mandarina a la altura media de los árboles observándose un dimorfismo sexual, donde la hembra es ligeramente más grande que

el macho, además de que los élitros del macho presentan un color más intenso con respecto a la hembra (Figura 38: c).

En el laboratorio pudo observarse un hábito predador de pulgón. Ahora bien, el coccinélido presenta una forma ovalada de 4 mm de largo por 3 mm de ancho, cabeza de color negro con manchas blanquecinas entre, antenas clavadas de 10 segmentos, pronoto blanco con manchas negras en forma de M, presentan élitros amarillo rojizo con presencia de cuatro manchas negras ovaladas alargadas en la zona media de los élitros (Figura 38: c).

- *Harmonia sp*



*Figura 39. Harmonia sp* adulto.

En el laboratorio se lo observó predando pulgón, mientras las capturas se realizaron en el cultivo de mandarina a la altura media del árbol. *Harmonia sp* posee una forma ovalada es de color anaranjado de 7 mm de largo por 5 mm de ancho, su cabeza es de color negro con una mancha de color blanco entre el clípeo, los ojos y la frente, antenas clavadas de 9 segmentos con un pronoto blanco con manchas negras en el centro en forma de M, sus élitros presentan 18 manchas negras con forma ovoide (Figura 39).

- *Neda sp*



*Figura 40. Neda sp* adulto.

Las capturas se realizaron en el cultivo de mandarina a la altura media del árbol observándose un hábito predador de pulgón y mosca blanca. Este coccinélido es de 8 mm de largo por 7 mm de ancho y presenta un color amarillo, su cabeza es de color negro con dos manchas amarillas en la parte inferior de los ojos, una en cada ojo, posee antenas clavadas de 10 segmentos. Además, su pronoto es negro con dos manchas circulares amarillas en los bordes laterales y sus élitros tienen seis manchas negras semi-circulares dispuestas en forma triangular en cada élitro, dos de ellas se encuentran en el borde exterior medio de cada élitro (Figura 40).

- Coccinélido “A”



*Figura 41.* Coccinélido “A”.

Este coccinélido fue capturados en el cultivo de lima en las ramas infestadas por mosca blanca y pulgón en la altura media de los árboles, en laboratorio se observó predando estados inmaduros de pulgón y mosca blanca. El coccinélido de 2 mm de largo es principalmente negro, cabeza de color negro con una mancha de color ladrillo entre el clípeo, frente y la parte inferior de los ojos, sus antenas son clavadas de 9 segmentos, además presenta un pronoto negro con dos manchas semi-circulares de color ladrillo en el borde lateral del pronoto y élitros son negros con la parte final de color ladrillo (Figura 41).

- Coccinélido “B”



*Figura 42.* Coccinélido “B”.

Se capturó a este coccinélido en el cultivo de lima y mandarina en ramas infestadas con plagas y se observó en laboratorio predando pulgón y mosca blanca. Este coccinélido es de 2 mm de largo, la totalidad de su cuerpo es de color ladrillo, sus antenas son clavadas de 9 segmentos (Figura 42).

La familia de los Coccinellidae son el grupo de escarabajos más conocidos comúnmente como catarinas, vaquitas o mariquitas, las cuales presentan un hábito predador en todas sus etapas de desarrollo (Torres, 2017). La gran importancia económica y ecológica de los coccinélidos radica en su rol como reguladores biológicos en el campo de la agronomía en todo el mundo (G. González, 2008, 2014). Lo que concuerda con la presente investigación donde se identificaron a 7 especies de coccinélidos predadores de pulgón y mosca blanca en tres cultivos de cítricos en un área de algo más de 1.8 ha en San José de Chaltura. Siendo la familia con mayor diversidad de enemigos naturales.

En tal sentido, no existen estudios amplios enfocados en la identificación y distribución de coccinélidos en el Ecuador, por ello no se cuenta con un listado detallado de estos insectos, aunque se tiene conocimiento de la presencia de *Harmonia axyridis*, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Scymnus rubicundus*, *Diomus seminulus*, *Diomus tucumanus* y *Psyllobora bicongregata* en zonas de nuestro país (González y Kondo, 2014). Por lo que cabría suponer la existencia de una mayor diversidad insectil de esta familia de la que se encuentra registrada.

#### 4.8.1.2. Dípteros

En las observaciones en campo y laboratorio se logró detectar predadores de las familias Asilidae, Dolichopodidae y Syrphidae.

##### a) *Asilidae*

En campo se detectó a este díptero predando pulgón y otros dípteros de menor tamaño. Este insecto de 6 mm de largo, abdomen elongado de 8 segmentos, antena monifiliforme de 14 segmentos (Figura 43).



*Figura 43.* Asílido vista lateral.

Los asílidos son una amplia familia de dípteros con más de 4700 especies muchas de estas moscas son comunes y se encuentran en varios hábitats. Los adultos son predadores y atacan a una gran variedad de insectos (abejas, avispas, libélulas, langostas y otras moscas) (Hull, 1962; Triplehorn y Johnson, 2005). Por otro lado, se reportan especies de la familia Asilidae en Ecuador desde 500 hasta los 3512 m.s.n.m. (Papavero, 2009).

b) *Dolichopodidae*

Este insecto de 3 mm de largo de color verde metálico con antena setacea, delgado y con patas largas (Figura 44), el cual mediante la observación directa se identificó como predador de pulgones y otros insectos de menor tamaño al suyo.



*Figura 44.* Dolicopódido adulto.

Los dolicopódidos o moscas de patas alargadas son un grupo de dípteros comprende cerca de 6500 especies alrededor del mundo y se encuentran en prácticamente cualquier ambiente, siendo los lugares más comunes los terrenos inundados o con cuerpos de agua cercanos y las zonas con abundante vegetación, siendo casi en su totalidad predadores de insectos más pequeños que ellos (Ibáñez, Hemández, y Martín, 2004). Además se reporta como enemigo natural de mosca blanca a los dolicopódidos en el Guayas (Valarezo, Cañarte, Navarrete, Guerrero, y Arias, 2004)

c) *Syrphidae*

Se colectaron muestras de hojas con pulgón y mosca blanca, en las que se encontró huevos de color blanco y larvas de sírfidos de varias tonalidades como resultado de la cría en laboratorio de estos especímenes capturados en campo, se identificaron cuatro morfo-tipos de sírfidos (Tabla 12). Mientras que en el muestreo realizado con red entomológica se colectó e identificó un morfo-tipo adicional a los ya mencionados anteriormente, sumando un total de 5 morfo-tipos de sírfidos presente en los cultivos de cítricos.

Tabla 12  
*Resultados de cría de sírfidos en laboratorio*

<b>Morfo-tipo</b>	<b>Detalle</b>	<b>N° insectos</b>
	<b>Total de larvas y huevos</b>	35
1	Total de pupas	12
	Total de adultos	6
	<b>Total de larvas y huevos</b>	5
2	Total de pupas	1
	Total de adultos	1
	<b>Total de larvas y huevos</b>	18
3	Total de pupas	5
	Total de adultos	3
	<b>Total de larvas y huevos</b>	24
4	Total de pupas	13
	Total de adultos	8

○ Morfo-tipo 1

Las larvas capturadas de este sírfido se alimentan de mosca blanca y presentan un color blanquecino con mancha verdosa en el lomo y se encontró principalmente en el cultivo de lima y limón. Este díptero de 8 mm de largo con dos colores (negro y amarillo) con antena setacea, un tórax con líneas amarillentas longitudinales y un abdomen largo con cuatro segmentos divididos de franjas amarillas y negras (Figura 45).



*Figura 45. Sírfido, morfo-tipo 1.*

○ Morfo-tipo 2

Las larvas se alimentan de mosca blanca, son de color amarillento con presencia de una mancha oscura en el lomo, se capturaron principalmente en el cultivo de lima. Este díptero de 6 mm de largo de dos colores (negro y amarillo) con antena setacea, un tórax negro y abdomen con seis segmentos en franjas de color amarilla y negra (Figura 46).



*Figura 46. Sírfido, morfo-tipo 2*

○ Morfo-tipo 3

Las larvas son de color blanquecino con una mancha oscura en el lomo, se observó alimentándose de mosca blanca y se encontró principalmente en el cultivo de lima. Este insecto mide 6 mm presenta antenas setaceas, su tórax es de color negro y un abdomen con 5 segmentos divididos por franjas negras y amarillas el último segmento presenta dos franjas longitudinales amarillas (Figura 47).



*Figura 47. Sírfido, morfo-tipo 3.*

○ Morfo-tipo 4

Las larvas de este sírfido son de color crema con una mancha café en el lomo, se encontraron en las hojas infestadas por pulgón alimentándose, mide 10 mm de longitud, sus antenas son setaceas, tórax negro y abdomen con seis segmentos divididos por franjas de color amarillo y negro (Figura 48).



*Figura 48. Sírfido, morfo-tipo 4.*

○ Morfo-tipo 5

Este sírfido mide de 12 mm es principalmente de color negro con antenas setaceas, tórax negro y abdomen alargado con 7 segmentos, cuatro manchas blancas en el segundo y tercer segmento (Figura 49).



*Figura 49.* Sífido, morfo-tipo 5.

Los sírfidos son insectos dípteros similares a abejas o avispas debido a su coloración y se encuentran prácticamente en cualquier hábitat, aunque cada especie se adapta a un tipo de hábitat. Estos insectos muchos de estos insectos son predadores en sus estadios inmaduros. (Triplehorn y Johnson, 2005). Además se alimentan de polen y néctar de las flores con la excepción de la subfamilia Microdontinae (Vega, 2014). Además, en Ecuador se registran 201 especies de sírfidos de 51 géneros y subgéneros colocando al país como el tercero en Sudamérica con más diversidad en lo que a especies de sírfidos se refiere (Marín, Quezada, Soto, y Mengual, 2017).

#### *4.8.1.3. Himenópteros*

Insecto encontrado en las hojas de mosca blanca y pulgón pululando cerca de las hojas plagadas de estos insectos, se observó en los tres cultivos de cítricos, esta avispa negra de 18 mm con alas café, antenas geniculadas de 10 segmentos, con abdomen de 7 segmentos que termina en un aguijón (Figura 50).



*Figura 50.* Avispa (Vespidae).

La familia Vespidae son avispas de entre 5.5 a 25 mm de longitud de diversos colores (amarillo, negro o azul oscuro), encontrándose en una gran variedad de hábitats desde el nivel

del mar hasta los 4000 m.s.n.m. su alimentación se basa en néctar y larvas de insecto (Sarmiento y Carpenter, 2006).

#### 4.8.1.4. *Neurópteros*

##### a) *Chrysopidae*

Se determinó el hábito predador en estadios inmaduros (larva) y adulto mediante la observación al alimentarse de mosca blanca y pulgón. Este insecto de color verde claro mide 11 mm sin tomar en cuenta las antenas ni las alas, mismas que sobrepasan el tamaño del cuerpo, sus alas presentan una venación típica de la especie, su abdomen es alargado con 8 segmentos y con antenas filiformes (Figura 51).



*Figura 51.* Crisopa adulta (*Chrysopidae*).

##### b) *Hemerobiidae*

Se observaron larvas y adultos predando mosca blanca y pulgón en laboratorio, este neuróptero mide 5 mm sin tomar en cuenta las alas y las antenas, sus alas sobrepasan el cuerpo, cuenta con antenas filiformes y abdomen alargado con 8 segmentos (Figura 52) (Triplehorn y Johnson, 2005).



*Figura 52.* Hemeróbido adulto (*Hemerobiidae*).

#### 4.8.1.5. Hemíptero

##### a) Anthocoridae

Se observaron adultos predando mosca blanca y trips en laboratorio, este mide 2 mm (Figura 53) y se ha encontrado principalmente en las los limones.



*Figura 53.* Antocórido adulto (Anthocoridae).

La biodiversidad comprende la interacción de especies con el medio donde los insectos brindan servicios eco-sistémicos como la descomposición de materia orgánica, el control biológico, la polinización entre otros, favoreciendo su propia conservación (Hidalgo y Osorio, 2012). De ahí la importancia de las interacciones en un agro-ecosistemas, las que tienen un efecto positivo en la biología y la dinámica poblacional de los insectos benéficos (Altieri y Letourneau, 1982).

Las interacciones que se forman con las mezclas de los componentes de un agro-ecosistema ofrecen varias condiciones importantes para que los enemigos naturales como la provisión de presas, huéspedes alternativos, polen y néctar. Requisitos que no se encuentran disponibles en la agricultura convencional (Van Emden, 1965).

Los enemigos naturales son organismos que se encargan de disminuir la población de insectos indeseables, estos insectos se ven atacados en mayor o menor medida por uno o varios enemigos naturales (predadores, parasitoides y patógenos) (Nicholls, 2008). Además Zumbado y Azofeifa (2018) mencionan que aproximadamente el 25% de todas las especies de insectos conocidos son enemigos naturales de otros insectos.

Por otro lado, la gran demanda de alimento por parte de una sociedad que se encuentra en constate crecimiento ha llevado a la utilización de tecnologías (fertilizantes, pesticidas y

maquinaria agrícola) que incrementen la producción significativamente en sistemas de monocultivo. Pero en contraposición esto ha llevado a un aumento en las poblaciones de insectos plaga (Brechelt, 2004).

Por lo que Cueva (2012) afirma que para combatir insectos dañinos el control biológico y por ende el manejo de enemigos naturales (parasitoides, predadores, antagonistas y entomopatógenos) son claves. Lo anteriormente mencionado nos permite dimensionar la importancia que tienen los reguladores biológicos en un ecosistema, además de comprender la riqueza que representa la diversidad biológica de enemigos naturales encontrados en cultivos de cítricos de La Granja Experimental La Pradera.

De acuerdo con Kondo et al., (2015) de la diversidad de enemigos naturales asociados a *Diaphorin citri* son considerados como predadores generalistas (Coccinellidae (*Hippodamia convergens*, *Harmonia axyridis* y *Cycloneda sanguinea*), Anthocoridae, Vespidae, Syrphidae, Chrysopidae y Hemerobie. Coincidiendo con varios de los insectos reportados aquí como son los coccinélidos, razón por la cual, cabría la posibilidad de que alguno de los enemigos naturales encontrados en la presente investigación cumpla un rol como reguladores de las poblaciones del psílido.

No obstante, aunque la diversidad biológica de enemigos naturales es importante para un eficaz control de plagas, no se puede forzar el establecimiento de un control biológico donde no se cuente con los factores ecológicos y sus relaciones entre plantas, fitófagos, enemigos naturales y arvenses, que permitan mantener el equilibrio natural de un ecosistema (Altieri y Letourneau, 1982; David Pimentel y Goodman, 1978). Estas relaciones fueron importantes en la identificación y captura de enemigos naturales, por ejemplo, las crisopas y coccinélido se alimentaban y reproducían en los cítricos (Figura 11: a y b) y usaban los arvenses como refugio y fuente alternativa de alimentos (polen).

#### 4.8.2. Parasitoides

Como resultado de la presente investigación se obtuvieron 16 morfo-tipos de parasitoides de pulgón y 7 de mosca blanca. Los que fueron clasificados e identificados de acuerdo al orden al que pertenecen. Aunque solo se identificaron parasitoides del orden Hymenoptera. Por otro lado, se encontraron dos especies de parasitoides de psífidos del mismo orden.

#### 4.8.2.1. Hymenoptera

##### a) Parasitoides de pulgón

Los 16 morfo-tipos de parasitoides de pulgón se detallan a continuación:

###### ○ Morfo-tipo 1

Principalmente de color negro mide 3 mm de largo con antenas filiformes (18 segmentos), un abdomen (3 segmentos) con el primer segmento amarillo sus patas son amarillas y alargadas con el fémur más ancho y largo que la tibia con 5 tarsos amarillos. Además, sus alas anteriores tienen poca venación y presencia leve de estigma, mientras que las alas posteriores no tienen venación (Figura 54).



Figura 54. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 1.

###### ○ Morfo-tipo 2



Figura 55. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 2.

Principalmente de color negro mide 2 mm de largo con antenas filiformes (12 segmentos) arqueadas hacia adelante su abdomen es amarillo oscuro, delgado y alargado con 7 segmentos, sus patas son amarillas y alargadas con el fémur más ancho y corto que la tibia, posee 5 tarsos. Las alas anteriores tienen poca venación, mientras que las posteriores no tienen venación (Figura 51).

○ Morfo-tipo 3

Son principalmente de color negro mide 2 mm de largo con antenas filiformes (13 segmentos) arqueadas hacia adelante con un abdomen alargado de 6 segmentos y color amarillo, sus patas son amarillas y alargadas con el fémur más ancho y corto que la tibia, con 5 tarsos. Sus alas anteriores poseen poca venación y presencia leve de estigma, mientras las posteriores no tienen venación (Figura 56).



Figura 56. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 3.

○ Morfo-tipo 4



Figura 57. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 4.

Este insecto es principalmente de color amarillo de 2 mm de largo con antenas filiformes arqueadas hacia adelante con 16 segmentos, su abdomen de 7 con su parte ventral de color amarillo sus patas son amarillas y alargadas con púas terminales el fémur es más ancho y corto que la tibia y tiene 5 tarsos. Además sus alas anteriores tienen poca venación y presencia leve de estigma, mientras que las alas posteriores no tienen venación (Figura 57).

○ Morfo-tipo 5

De color negro y café de 2 mm de largo con antenas filiformes (16 segmentos) con ojos grises su abdomen (6 segmentos) café oscuro, patas amarillas y alargadas presencia de púas en fémur y tibia. Fémur más ancho que la tibia con 5 tarsos. Alas anteriores con poca venación y presencia de estigma mientras las posteriores no tienen venación (Figura 58).



Figura 58. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 5.

○ Morfo-tipo 6



*Figura 59.* Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 6.

Tiene una cabeza y tórax negro, de 2 mm de largo con antenas filiformes (11 segmentos) arqueadas hacia adelante, ojos grises, abdomen (6 segmentos) amarillo y alargado, patas amarillas con fémur más ancho que la tibia con 5 tarsos. Sus alas anteriores tienen poca venación y presencia de estigma mientras las posteriores no tienen venación (Figura 59).

○ Morfo-tipo 7

Principalmente color negro de 2 mm de largo con antenas geniculada (10 segmentos), ojos rojos y abdomen (6 segmentos) con ovopositor visible, sus patas tienen el fémur negro, tibia y tarsos amarillos. Fémur más ancho y largo que la tibia con 5 tarsos. Además posee alas anteriores con poca venación y presencia de estigma mientras que las alas posteriores no tienen venación (Figura 60).



*Figura 60.* Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 7.

○ Morfo-tipo 8



*Figura 61.* Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 8.

De color negro y 2 mm de largo con antenas geniculadas (10 segmentos), ojos rojizos, abdomen (6 segmentos), patas negras con fémur más ancho que la tibia con 5 tarsos amarillos. Alas anteriores con poca venación y presencia de estigma mientras que las alas posteriores no tienen venación (Figura 61).

○ Morfo-tipo 9

Mide 2 mm y su cabeza y tórax son color negro con antenas filiforme (13 segmentos) arqueadas hacia delante, abdomen (7 segmentos) blanco en la parte ventral café claro en la parte dorsal, patas color amarillo con fémur más ancho y corto que la tibia con 5 tarsos. Alas anteriores con poca venación mientras que las alas posteriores no tienen venación (Figura 62).



Figura 62. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 9.

○ Morfo-tipo 10



Figura 63. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 10.

De color principalmente negro de 2 mm de largo con antenas filiformes (16 segmentos) arqueadas hacia adelante, abdomen (6 segmentos) alargado y delgado sus patas de color café fémur más pequeño y ancho que la tibia con 5 tarsos, y alas anteriores con poca venación y posteriores sin venación (Figura 63).

○ Morfo-tipo 11

El color del cuerpo es principalmente negro de 1.5 mm con ojos rojos, antenas aserradas (9 segmento) con vellosidades dobladas y arqueadas hacia adelante, abdomen con 5 segmentos, patas con fémur de similar tamaño que a la tibia con 5 tarsos de color amarillento, alas anteriores con poca venación y con presencia de estigma y las alas posteriores no presentan venación (Figura 64).



Figura 64. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 11.

○ Morfo-tipo 12



Figura 65. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 12.

Mide 2 mm su cabeza y tórax son negro de con antenas filiformes (13 segmento), abdomen de color amarillo (7 segmentos ) alargado y delgado, patas de color amarillo con fémur más corto y ancho que la tibia con 5 tarsos, alas anteriores con poca venación y presencia de estigma mientras las alas posteriores no presentan venación (Figura 65).

○ Morfo-tipo 13

Mide 2 mm su cabeza y tórax son negros con antenas filiformes (13 segmentos), abdomen amarillo con 6 segmentos, sus patas son alargadas y amarillo con el fémur más corto y ancho que la tibia y tiene 5 tarsos. Además las alas anteriores poseen poca venación y las posteriores sin venación (Figura 66).



Figura 66. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 13.

○ Morfo-tipo 14



Figura 67. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 14.

Son de color negro, miden 1.5 mm de largo tienen antena geniculada (10 segmentos) su abdomen es de 7 segmentos además sus patas tienen el fémur más ancho que la tibia y de similar tamaño con 5 tarsos. Además las alas anteriores poseen poca venación con presencia de estigma, mientras las posteriores no tienen venación (Figura 67).

○ Morfo-tipo 15

Es de color negro, mide 2 mm posee antenas aserradas (9 segmentos) con vellosidades dobladas y arqueadas hacia atrás, su abdomen varía entre negro y café con 7 segmentos, patas tienen al fémur y la tibia de similar tamaño y con 5 tarsos, sus alas anteriores presentan poca venación y estigma, mientras las posteriores no tienen venación (Figura 68).



Figura 68. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 15.

○ Morfo-tipo 16



Figura 69. Parasitoide de pulgón, morfo-tipo 16.

Es de Color del cuerpo de café a negro, mide 2 mm tiene antenas filiformes (11 segmentos), abdomen con 8 segmentos sus patas son amarillas y el fémur es más ancho y corto que la tibia, además las alas anteriores poseen poca venación mientras las posteriores no presentan venación (Figura 65).

**b) Parasitoides de mosca blanca**

Los 7 morfo-tipos de parasitoides de mosca blanca son de menor tamaño y se presentan a continuación:

○ Morfo-tipo 1

Insecto de color negro de 1 mm de largo con antenas filiformes (9 segmentos) similar tamaño al cuerpo dobladas y arqueadas hacia delante, sus patas anteriores son amarillas por otro lado, las patas medias y posteriores son negras con 5 tarsos, sus ojos son rojos y alas no presentan venación (Figura 70).



Figura 70. Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 1.

○ Morfo-tipo 2



Avispa de color negro de 1 mm de largo con antena geniculada (7 segmentos) doblada y arqueadas hacía adelante, su fémur y tibia son negras con 5 tarsos amarillos, los ojos son rojos y alas no tienen venación (Figura 71).

*Figura 71.* Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 2.

○ Morfo-tipo 3

Avispa de color amarillento con manchas negras en el dorso de 1 mm de largo con antena capitada (7 segmentos) doblada y arqueadas hacía adelante, fémur y tibia negras con 5 tarsos amarillos, ojos rojos y alas sin venación con antena (7 segmentos) negra con amarillo, patas blanca con 5 tarsos, ojos rojos y alas sin venación (Figura 72).



*Figura 72.* Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 3.

○ Morfo-tipo 4



Estas avispa es de color amarillo mide 1 mm de largo con antena filiforme (4 segmentos) con presencia de vellosidades, ojos cafés y alas plumosas sin venación sus ojos son rojos y las alas no poseen venación pero si se observó vellosidades (Figura 69).

*Figura 73.* Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 4.

○ Morfo-tipo 5

Insecto de color amarillo de menos de 1 mm de largo con antena filiforme (4 segmentos), sus ojos son rojos y alas sin venación y con vellosidades (Figura 74).



*Figura 74.* Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 5.

○ Morfo-tipo 6



*Figura 75.* Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 6.

Avispa de color blanco de menos de 1 mm de largo con antena filiforme (4 segmentos), los ojos son rojos y sus alas presentan vellosidades aunque sin venación (Figura 75).

○ Morfo-tipo 7

Avispa de color amarillo de menos de 1 mm de largo con antena filiforme (4 segmentos) con vellosidades, ojos rojos y alas con vellosidades y sin venación (Figura 76).



*Figura 76.* Parasitoide de mosca blanca, morfo-tipo 7.

**c) Parasitoides de sírfidos**

De los muestreos de enemigos naturales se observó el parasitismo de larvas de sírfidos del morfo-tipo 1 y 3 de los cuales eclosionaron los siguientes:

○ Morfo-tipo 1

Color del cuerpo principalmente negro de 3 mm de largo con antenas geniculadas, cortas con 6 segmentos, abdomen con 6 segmentos de color café a amarillo, patas amarillas, fémur más ancho que la tibia aunque de similar tamaño con 5 tarsos, alas anteriores con poca venación y posteriores sin venación (Figura 77).

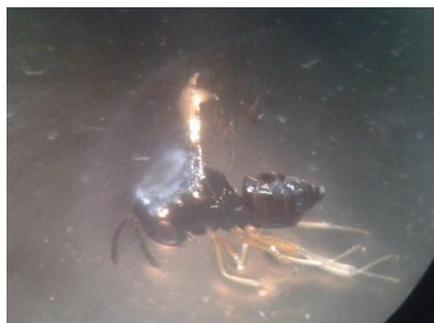


Figura 77. Parasitoide de sírfido, morfo-tipo 1.

○ Morfo-tipo 2



Figura 78. Parasitoide de sírfido, morfo-tipo 2.

Color del cuerpo negro y amarillo de 4 mm de largo con antenas filiformes de color amarillo (16 segmentos), abdomen de 7 segmentos con mancha amarilla en el segundo y tercer segmento, patas de color amarillo fémur más ancho y corto que la tibia con, tibia con púa terminal, alas con anteriores con presencia de estigma y venación en alas anteriores y posteriores (Figura 74).

Lind, Lafer, Schloffer, Innerhofer, y Meister (2003) mencionan que existen dos tipos de parasitoides endoparasitoides (ovopositan dentro del huésped) y ectoparasitoides (ovopositan fuera del huésped), y se pueden subdividir en las familias Ichneumonidae, Braconidae y Chalcididae.

De acuerdo con (Bañol, Piñol, Barrientos, Perez, y Pujade, 2012; Valarezo et al., 2008) existe un control biológico de mosca blanca y pulgón en diferentes cultivos del Ecuador donde se ha identificado diferentes himenópteros como parasitoides. Lo que concuerda con la presente investigación donde se obtuvieron varios endoparasitoides del orden Hymenoptera (16 en el pulgón y 7 en mosca blanca).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

En el presente estudio no se registraron individuos de *Diaphorina citri*, esto podría deberse en parte a la gran diversidad de enemigos naturales existentes en los cultivos de lima, mandarina y limón de la Granja Experimental La Pradera. Mientras que, por otro lado, uno de los factores que podrían haber influido en la ausencia del psílido son las condiciones climáticas, en particular el parámetro de temperatura que no fue el adecuado para el desarrollo de la plaga, se registraron temperaturas por debajo del Umbral de Desarrollo llegando hasta los 4 °C.

Se determinó la presencia de enemigos naturales de mosca de la blanca, pulgón y trips en los cultivos de cítricos de La Granja Experimental La Pradera presentándose una diversidad que comprende especies de las siguientes familias: Coccinellidae, Syrphidae, Dolichopodidae, Asilidae, Vespidae, Anthocoridae, Hemerobiidae y Chrysopidae. Asimismo, se observaron varias especies reportadas como enemigos naturales de *Diaphorina citri* (*Hippodamia convergens*, *Cycloneda sp*, *Harmonia sp* y *crisoperla sp*).

Se encontraron 18 especies de insectos predadores, pertenecientes a 8 familias y cinco órdenes (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera y Neuroptera). Así también se encontraron 25 morfo-tipos de endoparásitos (16 parasitoides de pulgón, 7 de mosca blanca y 2 de sírfidos) del orden Hymenoptera.

La presencia de arvenses y la no aplicación de pesticidas en los cultivos de cítricos habrían sido uno de los factores que influyeron en la alta diversidad de enemigos naturales.

La fluctuación poblacional de cada orden parece responder de forma diferente ante los factores climáticos (temperatura y precipitación).

## **5.2. Recomendaciones**

Continuar con monitoreos periódicos del psílido asiático de los cítricos, a pesar de no haberse registrado su permanencia en La granja Experimental La Pradera porque el psílido asiático sigue siendo una plaga de importancia en el Ecuador.

Con el fin de darle seguimiento a la presente investigación se recomienda hacer estudios específicos con los enemigos naturales reportados durante este estudio, con el fin de que sirvan como reguladores biológicos. Además de continuar con la identificación de los enemigos naturales, con el objetivo de elaborar un catálogo actualizado de la entomo-fauna benéfica existente en La Granja Experimental La Pradera

Ejecutar ensayos demostrativos de bio-diversidad en los cultivos de cítricos de la Granja Experimental La Pradera con presencia de arvenses y suelo descubierto con la finalidad de dar a conocer la importancia de implementar un agro-ecosistema en los cultivos de cítricos.

Realizar estudios enfocados a determinar la dinámica poblacional de los insectos benéficos de acuerdo al orden para conocer su comportamiento ante las condiciones medioambientales de La Granja Experimental La Pradera.

## 6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGROCALIDAD. (2015). Taller de socialización del plan de acción nacional para el manejo de D. citri y prevención de introducción del HLB huanlongbing. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/taller-de-socializacion-del-plan-de-accion-nacional-para-el-manejo-de-d-citri-y-prevencion-de-introduccion-del-hlb-huanglongbing/>
- AGROCALIDAD. (2017). *Resultados de la vigilancia fitosanitaria para el primer semestre de 2017*. Quito: AGROCALIDAD.
- Agusti, M. (2003). *Citricultura* (Mundi-Prensa, Ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- Agusti, M., Zaratoga, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., y Stauss, R. (1995). Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrinos (Gén. Citrus). *Levante Agrícola*, 3, 189-199.
- Alemán, J., Baños, H., y Ravelo, J. (2007). Diaphorina citri y la enfermedad huanglongbing: una combinación destructiva para la producción cítrica. *Protección Veg.*, 22(3), 154-165.
- Altieri, M. Á., Farrell, J., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Murphy, B., ... Sikor, T. (1995). *Agroecology: The Science of sustainable Agriculture* (W. Press, Ed.). London.
- Altieri, M., y Letourneau, D. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosistema. *CORP PROTECTION*, 1(4), 405-430. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(82\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0261-2194(82)90023-0)
- Aubert, B. (1987). Trioza erytrae Del Guercio and Diaphorina citri Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of Citrus Greening Disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, 42(3), 149-162. <https://doi.org/10.1007/BF00134674>
- Bañol, C., Piñol, J., Barrientos, J., Perez, N., y Pujade, J. (2012). Abundancia estacional y efecto de los parasitoides sobre los pulgones de un cultivo ecológico de cítricos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 38, 335-348.
- Bassanezi, R. B., Montesino, L. H., y Stuchi, E. S. (2009). Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. *Plant Pathol.*, 125, 565-572. <https://doi.org/10.1007/s10658-009-9506-3>
- Black, E. A., y Pemberton, C. E. (1915). Suceptibility of citrus fruits to the attack of the Mediterranean fruit fly. *J. Agric. Res.*, 3, 311-330.
- Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88(1), 7-37.
- Bové, J. M. (2012). Huanglongbing and the future of citrus in são paulo state, Brazil. *Journal*

- of Plant Pathology*, 94(3), 465-467.
- Branco, S., Vendramin, J., y Denardi, E. (2000). Resistencia as Moscas-das-frutas em Fruteiras. En E. Holo (Ed.), *Moscas-das-frutas de importancia económica no Brasil: conhecimento básico e aplicado* (pp. 161-167). Ribeirao Preto. Brasil.
- Brechelt, A. (2004). *El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades* (R. de A. en P. y sus A. para A. L. (RAP-AL), Ed.). Santiago de Chile.
- Cei-RD. (2018). *Ficha técnica mandarina*. Recuperado de <https://www.ceird.gov.do/wp/wp-content/themes/ceird/documents/ficha-mandarina.pdf>
- Censo Nacional Agropecuario. (2000). CNA. Quito, Ecuador.
- Cermeli, M., Morales, P., y Godoy, F. (2000). Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, 15(2), 235-243.
- Chavan, V. M., y Summanwar, A. S. (1993). Population dynamics and aspects of the biology of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw., in Maharashtra. *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings*, 12(12), 286-290.
- Chura, A., y Bedregal, R. (2018). Identificación y fluctuación poblacional de especies de la subfamilia Coccinellinae (Coleoptera: Coccinellidae) en campos de alfalfa en Characato, Arequipa, Perú. *Revista Chilena de Entomología*, 44(4), 397-406.
- Conde, E., Loza, M., Asturizaga, L., Ugarte, D., y Jiménez, R. (2018). Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* ( Wiedemann 1824 ) y *Anastrepha* spp ( Díptera : Tephritidae ) en dos rutas en el municipio de Caranavi , Bolivia. *J. Selva Andina Res. Soc.*, 9(1), 2-24.
- Cornejo, J. F., y Chica, E. J. (2014). First record of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Ecuador infesting urban citrus and orange Jasmine trees. *Journal of Insect Science*, 14(1), 1-3. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu160>
- Coscolla, R. (1980). Incidencia de los factores climatológicos en la evolución de las plagas y enfermedades de las plantas. *Boletín del Servicio de Defensa Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 6(2), 123-139.
- Cueva, F. D. (2012). El control biológico como estrategia para apoyar las exportaciones agrícolas no tradicionales en Perú : un análisis empírico. *Contabilidad y Negocios*, 14(7), 81-100.
- Davies, F., y Abrigo, G. (1999). *Cítricos*. Zaragoza: ACRIVA, S.A.
- Delgado, C., y Sáenz, A. (2011). Dípteros (Insecta: Diptera) Asociados a sistemas productivos

- del Quindío y Valle del Cauca (Colombia). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 48, 425-430.
- FAO. (2009). Los polinizadores: su biodiversidad poco apreciada, pero importante para la alimentación y la agricultura. *Tratado internacional sobre los recursos fitogénéticos para la alimentación y la agricultura*, 1-15. Túnez.
- FAO. (2013). Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. *FAO*, 1-76.
- FAO. (2017). *Citrus fruit fresh and processed: Statistical Bulletin 2016*. Roma: FAO.
- Feicán, C., Encalada, C., y Larriva, W. (1999). *Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta* (pp. 1-25). pp. 1-25. Cuenca, Ecuador.
- Fernández, F., y Sharkey, M. J. (2006). Biología y diversidad de Hymenoptera. En F. Fernández y M. J. Sharkey (Eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (p. 894). <https://doi.org/10.13140/2.1.4674.2086>
- Fernández, M., y Miranda, I. (2005). Comportamiento de *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte I: Características morfológicas, incidencia y enemigos naturales asociados. *Protección Veg*, 20(1), 27-31.
- Flores, H., Domínguez, P., Narváez, M., Zavala, E., Santana, S., y García, R. (2016). *Predicción fenológica en cultivos agrícolas bajo tiempo térmico*. Cyoacán, Mexico: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Fung, Y. C., y Chen, C. N. (2006). Effects of temperature and host plant on population parameters of the citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama). *Formosan Entomologist*, 26(2), 109-123.
- Galarza, R. (2012). *ESTUDIO DE LAS MANDARINAS DEL ECUADOR Y SU APLICACIÓN EN LA GASTRONOMÍA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA EQUINOCCIAL.
- García, C. S. (2009). *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae), vector de la bacteria que causa el Huanglongbing (HLB – Greening) (pp. 1-18). pp. 1-18. Buenos Aires.
- Gonzales, R., y Rojas, S. (1966). Estudio analítico del control biológico de plagas Agrícolas en Chile. *Agricultura Técnica*, 26(4), 133-147.
- González, G. (2008). LISTA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES DE COCCINELLIDAE ( INSECTA : COLEOPTERA ) PRESENTES EN CHILE. *Boletín del Museo de Historia Natural, Chile*, 57, 77-107.
- González, G. (2014). Coccinellidae. *Biodiversidadde Aetrópodos Argentinos*, 3, 509-530.

- González, G., y Kondo, T. (2014). Primer registro de la especie invasora *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) en Ecuador. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (51), 310.
- González, L., y Tullo, C. (2019). *Guía Técnica cultivo de Cítricos*. San Lorenzo, Paraguay.
- Gottwald, T. R., Bassanezi, R. B., y da Graça, J. V. (2007). Citrus Huanglongbing: The Pathogen and Its Impact. *Plant Health Progress*, (June). <https://doi.org/10.1094/PHP-2007-0906-01-RV>.
- Greathead, D., y Greathead, A. (1992). Biological control of insect pests by insect parasitoids and predators: the BIOCAT database. *Biocontrol News and Information*, 13(4), 61-68.
- Grimaldi, D., y Engel, M. (2005). *Evolution of the Insects*. New York: Cambridge.
- Halbert, S. E., y Manjunath, K. L. (2004). Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87(3), 330-353.
- Halbert, S. E., y Núñez, C. A. (2004). Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchosia: Psyllid) in the Caribbean basin. *Florida Entomologist*, 87(3), 401-402.
- Hall, D. G. (2008). Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. *North American Plant Protection Organization Proceedings of the Taller Internacional Sobre Huanglonging y el Psilido Asiático de los Cítricos*, 11. Recuperado de [http://www.concitrver.com/huanglongbingYPsilidoAsiatico/Memor%011a-2 Hall.pdf](http://www.concitrver.com/huanglongbingYPsilidoAsiatico/Memor%011a-2%20Hall.pdf)
- Hall, D. G., Richardson, M. L., Ammar, E., y Halbert, S. E. (2013). Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 146, 207-223. <https://doi.org/10.1111/eea.12025>
- Hidalgo, J., y Acevedo, A. (2012). Efectos de la biodiversidad en el control biológico dentro de los agroecosistemas. *UNIMINUTO*, (13), 30-35. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.7.13.2012.30-35>
- Hull, F. (1962). *Robber Flies of the World: The Genera of the Family Asilidae*. Washington: Bulletin of the United States National Museum.
- Ibáñez, S., Hernández, V., y Martín, L. (2004). Dolichopodidae (Diptera). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México*, 4, 759-765.
- INEC. (2018). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPAC)*. Ecuador.
- Kondo, T., González, G. F., Tauber, C., Guzmán, C. Y., Vinasco, A. F., y Forero, D. (2015). A checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in

- the department of Valle del Cauca, Colombia and the world Insecta. *I NSECTA*, 0457(1), 1-14.
- León, G. (2005). La diversidad de insectos en cítricos y su importancia en los programas de manejo integrado de plagas. *León, Guillermo*, (74), 85-93.
- León, G. M. (2015). Huanglongbing y leprosis , enfermedades de importancia económica y cuarentenaria para el cultivo de los cítricos en Latinoamérica. *VII Congreso Latinoamericano de Agronomía*, 6. Guayaquil, Ecuador.
- Lin, K. H. (1956). Observations on yellow shoot of citrus. Etiological studies of yellow shoot of citrus. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2(1), 1-42.
- Lind, K., Lafer, G., Schloffer, K., Innerhofer, G., y Meister, H. (2003). *Organic Fruit Crowing*. Graz, Austria.
- Lopez, J. I., Jasso, J., Reyes, M. A., Loera, J., Cortez, E., y Miranda, M. (2008). *Perspectives for biological control of Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae) in Mexico*.
- Lui, Y. H., y Tsai, J. H. (2000). Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid , *Diaphorina citri* Kuwayama ( Homoptera : Psyllidae ). *Ann, appl, Biol*, 137, 201-206.
- Manjunath, K. L., Halbert, S. E., Ramadugu, C., Webb, S., y Lee, R. F. (2008). Detection of "Candidatus Liberibacter asiaticus " in *Diaphorina citri* and Its Importance in the Management of Citrus Huanglongbing in Florida. *The American Phytopathological Society*, 98(4), 387-396.
- Marín, D., Quezada, N., Soto, C., y Mengual, X. (2017). Checklist of the flower flies of Ecuador ( Diptera , Syrphidae ). *Zookeys*, 691, 163-199. <https://doi.org/10.3897/zookeys.691.13328>
- Martinez, A. L., y Wallace, M. (1968). Studies on Leaf-Mottle-Yellows Disease of Citrus in the Philippines. En J. F. L. Childs (Ed.), *4th Conference of the International Organization of Citrus Virologists* (pp. 167-176).
- Martínez, O., Díaz, J., y Salas, M. (2014). Curvas de crecimiento poblacional de adultos de *Hippodamia convergens* y *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) Population. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 259-264.
- McClellan, A. P., y Oberholzer, P. C. (1965). Citrus psylla, a vector of the greening disease of sweet orange. *Agric Sci*, 8, 297-298.
- Mendel, K. (1969). The influence of temperature and light on the vegetative development of citrus trees. *Proceedings international citrus symposium. University Florida Press*, 259-

265. Riverside, CA.
- Michaud, J. P. (2002). Biological control of asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Florida: a preliminary report. *Entomological news*, 113(3), 216-222.
- Michaud, J. P. (2004). Natural mortality of Asian citrus psyllid ( Homoptera : Psyllidae ) in central Florida. *Biological Control*, 29, 260-269. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00161-0](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00161-0)
- Moore, G. A. (2001). Oranges and lemons : clues to the taxonomy of Citrus from molecular markers. *TRENDS in Genetics*, 17(9), 536-540.
- Mora, G., Robles, P., López, J., Flores, J., Acevedo, G., Domínguez, S., ... Loeza, E. (2014). Situación Actual y Perspectivas del Manejo del HLB de los Cítricos. *Mexicana de Fitopatología*, 32(2), 108-119. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v32n2/2007-8080-rmfi-32-02-00108.pdf>
- Morin, C. (1980). *Cultivo de cítricos* (2nd ed.; IICA, Ed.). Lima, Perú.
- Nájera, M., y Souza, B. (2010). *Insectos Benéficos. Guía Para Su Identificación* (Primera). Michoacán, Mexico.
- Navarrete, J. B., Cañarte, E. G., y Valarezo, G. O. (2016). PRIMER REPORTE DE LA PRESENCIA DE *Diaphorina citri* ( HEMIPTERA : LIVIIDAE ) EN MANABÍ. *Espana Ciencia*, 7(2), 141-145.
- Nevárez, M. B. (2013). *Estudio Comparativo de la Calidad Físico-Química y Cromatográfica del Fruto de la Mandarina (Citrus nobilis Lour) Para el Uso en La Industria Local, Quevedo, Ecuador, 2013*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico* (Primera; U. de Antioquia, Ed.). Medellín.
- Orduz, J. O., y Garzón, D. (2012). Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja ‘ Valencia ’ ( *Citrus sinensis* [ L .] Osbeck ) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.*, 13(2), 136-144.
- Orduz, J. O., Monroy, J., y Fischer, G. (2010). Comportamiento fenológico de la mandarina «Arrayana» en el piedemonte del Meta, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 63-70.
- Papadopoulos, N. T., Papachristos, D., y Ioannou, C. (2015). Citrus Fruits and the Mediterranean Fruit Fly. *Acta Horticulturae*, 1065(126), 1009-1018. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1065.126>
- Papavero, N. (2009). Neotropical Diptera: Catalogue of Neotropical Diptera. Asilidae.

*Neotropical Diptera*, 17, 1-178.

- Pimentel, D, Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., ... D'Amore, M. (1992). Environmental costs of pesticide use an assessment based on currently available US. *BioScience*, 42(10), 750-760. <https://doi.org/10.2307/1311994>
- Pimentel, David, y Goodman, N. (1978). Ecological Basis for the Management of Insect Populations. *Oikos*, 30(3), 422-437. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/3543337>
- Preza, A. (2011). *Enemigos naturales de Diaphorina citri (Kuwayama)(Hemiptera: Psyllidae) en tres sitios del estado de Veracruz*. Universidad Veracruzana, Veracruz.
- PROECUADOR. (2012). Análisis sectorial de frutas no tradicionales.
- Quijano, J. Á. (2013). *Modelo de la dinámica poblacional de Diaphorina citri Kuwayama, vector de la enfermedad HLB de los cítricos*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- REGLAMENTO A LA LEY DE SANIDAD VEGETAL (p. Quito, Congreso Ecuatoriano). (2004).
- República, D. E. C. de la. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi: Registro Oficial 449, 20 octubre 2008. Última modificación 21 diciembre 2015.
- Sánchez, E., Salamanca, J., Calvache, H., Ortiz, L., y Rivera, D. (2004). Evaluación de poblaciones de polinizadores y su relación con la formación de racimos en la zona de Tumaco , Colombia. *PALMAS*, 25(2), 84-92.
- Sarmiento, C., y Carpenter, J. M. (2006). Familia Vespidae. En S. C. de E. y U. N. de Colombia (Ed.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (pp. 539-555). Bogotá.
- Sarmiento, M. P. (2010). *Influencia Altitudinal en Poblaciones de Mosca de la Fruta Anastrepha sp. y Ceratitis capitata, En el Canton Paute, Provincia Del Azuay*. Universidad del Azuay.
- Tatineni, S., Sagaram, U. S., Gowda, S., Robertson, C. J., Dawson, W. O., Iwanami, T., y Wang, N. (2008). In Planta Distribution of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' as Revealed by Polymerase Chain Reaction (PCR) and Real-Time PCR. *Phytopathology*, 98(5), 592-599. <https://doi.org/10.1094 /PHYTO-98-5-0592>
- Teixeira, D. do C., Danet, J. L., Eveillard, S., Martins, E., de Jesus, W., Yamamoto, P., ... Bové, J. M. (2005). Citrus huanglongbing in São Paulo State, Brazil: PCR detection of the 'Candidatus' Liberibacter species associated with the disease. *Molecular and Cellular Probes*, 19, 173-179. <https://doi.org/10.1016/j.mcp.2004.11.002>
- Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R., Weems, H., Steck, G., y Fasulo, T. (2001).

- Mediterranean Fruit Fly , *Ceratitis capitata* ( Wiedemann ) (Insecta: Diptera: Tephritidae). *University of florida, IFAS Extension*, p. EENY-214.
- Toro, M., y Méndez, A. (2007). Influencia de la temperatura media , humedad relativa y precipitaciones en el comportamiento de tres especies de insectos plaga asociados al cultivo del tabaco al sol en el municipio de Puerto Padre. *Fitosanidad*, 11(1), 19-24. Recuperado de <http://www.fitosanidad.cu/index.php/fitosanidad/article/view/170/192>
- Torres, R. C. (2017). Familia Coccinellidae. *Red de Salud Forestal*, 282-284.
- Triplehorn, C. A., y Johnson, N. F. (2005). *Borrór and delong's introduction to the study of insects* (7th ed.; E. Feldman, Ed.). California: Peter Marshall.
- Troya, A., Bersosa, F., y Espinoza, L. (2016). Insectos de los remanentes de bosques secos andinos del norte de Ecuador. *Ecosistemas*, 25(2), 79-82.
- Tsai, J. H., Wang, J.-J., y Liu, Y. H. (2002). SEASONAL ABUNDANCE OF THE ASIAN CITRUS PSYLLID , *DIAPHORINA CITRI* ( HOMOPTERA : PSYLLIDAE ) IN SOUTHERN FLORIDA. *Florida Entomologist*, 85, 446-451.
- Tsai, J., y Liu, Y. H. (2000). Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on Four Host Plants. *Horticultural Entomology*, 93(6), 1722-1725. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.3.447>
- Tucuch, F. M., Chi, G., y Castro, F. O. (2008). Dinámica poblacional de adultos de la mosca mexicana de la fruta. *Agric. Téc. Méx*, 34(3), 341-347.
- Urrutia, V., Zapiaín, G., Robles, M., Pérez, O., Orozco, M., Williams, T., y Becerra, S. (2007). FENOLOGÍA, EFICIENCIA PRODUCTIVA Y CALIDAD DE FRUTA DE CULTIVARES DE NARANJO EN EL TRÓPICO SECO DE MÉXICO. *Fitotec. Mex*, 30(2), 133-143.
- UTEPI. (2006). *Lima y Limón Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competividad de la Cadena de Valor y Perspectivas del Mercado*. (UTEPI, Ed.). Recuperado de [https://www.unido.org/sites/default/files/2007-11/71787\\_TCB\\_No.15.Lima\\_\\_Limon\\_Estudio\\_Agroindustrial\\_en\\_el\\_Ecuador\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2007-11/71787_TCB_No.15.Lima__Limon_Estudio_Agroindustrial_en_el_Ecuador_0.pdf)
- Vaccaro, N. (1994). Comportamiento y difusión de la “Chicharrita de los Citrus”, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Diaphoridae) en la zona cítrica de Entre Ríos. *Carpeta cítrica: Guía de Enfermedades y plagas y su control*, 27(2), 1-3.
- Valarezo, A., Valarezo, O., Mendosa, A., y Álvarez, H. (2014). *Guía Técnica sobre el manejo de los Cítricos en el Litoral Ecuatoriano*. Portoviejo, Ecuador.
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., Guerrero, J., y Arias, B. (2008). Diagnóstico de la

- “mosca blanca” en Ecuador. *La Granja*, 7(1), 13-20.
- Van Emden, H. F. (1965). The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Horticulture*, 17, 121-136.
- Vázquez, L., Matienzo, Y., Veitía, M., y Simonetti, J. (2008). *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba* (Primera; CIDISAV, Ed.). <https://doi.org/10.1080/10402381.2013.872739>
- Vega, P. (2014). Dípteros de interés agronómico : Agromicidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. *Entomología aplicada*, 4(33), 293-307. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/28069609\\_Dipteros\\_de\\_interes\\_agronomico\\_Agromicidos\\_plaga\\_de\\_cultivos\\_horticolas\\_intensivos/link/0912f513a1c4890da1000000/download](https://www.researchgate.net/publication/28069609_Dipteros_de_interes_agronomico_Agromicidos_plaga_de_cultivos_horticolas_intensivos/link/0912f513a1c4890da1000000/download)
- Vilatuña, J, Tigrero, J., y Sandoval, D. (1992). *Avances en el control de las moscas de la fruta en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Vilatuña, José, Valenzuela, P., Bolaños, J., Hidalgo, R., y Mariño, A. (2016). Hospederos de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. Y *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en Ecuador. *Ecuador es calidad : Revista Científica Ecuatoriana*, 3, 52-57. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorescalidad/index.php/revista/article/view/31/68>
- Weiber, E., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Hess, M., ... Van den Boom, T. (1998). *Escala BBCH extendida*. El Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura, Alemania.
- Zaragoza, S., Pina, J. A., Forner, A., Navarro, L., Medina, A., Soler, G., y Chomé, P. M. (2011). *Las variedades de Cítricos: El material vegetal y el registro de variedades comerciales de España* (Akasa, S.). Madrid.
- Zumbado, M., y Azofeifa, D. (2018). *Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología* (Primera). Recuperado de [https://www.academia.edu/4479195/Control\\_biologico\\_de\\_insectos\\_un\\_enfoque\\_agroecologico](https://www.academia.edu/4479195/Control_biologico_de_insectos_un_enfoque_agroecologico)

## 7. ANEXOS

*Anexo 1.* Prueba LSD de Fisher porcentaje de tipo de insecto por mes en los tres cítricos.

Mes	Cítrico	tip. insecto	Medias (%)	E.E.			
6	Limón	porcinsbe	99.95	0.04	A		
2	Limón	porcinsbe	99.91	0.04	A		
6	Lima	porcinsbe	99.91	0.06	A		
4	Limón	porcinsbe	99.89	0.04	A		
1	Limón	porcinsbe	99.88	0.04	A		
5	Lima	porcinsbe	99.86	0.06	A		
5	Limón	porcinsbe	99.85	0.04	A		
3	Limón	porcinsbe	99.78	0.04	A		
2	Lima	porcinsbe	99.78	0.06	A		
3	Lima	porcinsbe	99.77	0.06	A		
1	Lima	porcinsbe	99.74	0.06	A		
4	Lima	porcinsbe	99.73	0.06	A		
6	Mandarina	porcinsbe	99.61	0.54	A		
5	Mandarina	porcinsbe	97.72	0.54		B	
4	Mandarina	porcinsbe	97.03	0.54		B	
3	Mandarina	porcinsbe	96.94	0.54		B	
2	Mandarina	porcinsbe	93.84	0.54			C
1	Mandarina	porcinsbe	92.82	0.54			C
1	Mandarina	porcplag	7.18	0.54			D
2	Mandarina	porcplag	6.16	0.54			D
3	Mandarina	porcplag	3.06	0.54			E
4	Mandarina	porcplag	2.97	0.54			E
5	Mandarina	porcplag	2.28	0.54			E
6	Mandarina	porcplag	0.39	0.54			F
4	Lima	porcplag	0.27	0.06			F
1	Lima	porcplag	0.26	0.06			F
3	Lima	porcplag	0.23	0.06			F
2	Lima	porcplag	0.22	0.06			F
3	Limón	porcplag	0.22	0.04			F

5	Limón	porcplag	0.15	0.04	F
5	Lima	porcplag	0.14	0.06	F
1	Limón	porcplag	0.12	0.04	F
4	Limón	porcplag	0.11	0.04	F
6	Lima	porcplag	0.09	0.06	F
2	Limón	porcplag	0.09	0.04	F
6	Limón	porcplag	0.05	0.04	F

**Nota:** Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 2.** Número total y porcentaje de mosca de la fruta por cultivo y mes.

	Mes	Nº mosca de la fruta		%
Cultivo de lima	Oct	21	152	4.8
	Nov	20		
	Dic	37		
	Ene	44		
	Feb	22		
	Mar	8		
Cultivo de limón	Oct	9	99	3.1
	Nov	14		
	Dic	31		
	Ene	18		
	Feb	21		
	Mar	6		
Cultivo de mandarina	Oct	772	2928	92.1
	Nov	718		
	Dic	559		
	Ene	501		
	Feb	352		
	Mar	26		
Total			3179	100

**Anexo 3.** Prueba LSD de Fisher para cultivo de cítrico por insectos benéficos al mes.

Mes	Cítrico	Medias	E.E.	
Diciembre	Mandarina	396.38	8.88	A
Enero	Lima	379.69	8.88	A B
Enero	Mandarina	371.91	8.88	B
Diciembre	Lima	360.07	8.88	B C
Enero	Limón	347.87	8.88	C D
Febrero	Mandarina	336.29	8.88	D
Diciembre	Limón	311.4	8.88	E
Noviembre	Limón	308.44	8.88	E
Febrero	Lima	305.76	8.88	E

Febrero	Limón	273.87	8.88	F	
Noviembre	Mandarina	262.11	8.88	F	
Marzo	Limón	229.29	8.88	G	
Octubre	Mandarina	228.36	11.86	G	
Noviembre	Lima	217.92	9	G	
Marzo	Lima	190.58	8.88	H	
Octubre	Lima	175.07	11.86	H	I
Octubre	Limón	162.38	11.86		I J
Marzo	Mandarina	146.91	8.88		J

**Nota:** Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### **Anexo 4.** Precipitación mensual.

Mes	Unidad	N de días	Total (mm)
Octubre	mm	30	23.76
Noviembre	mm	30	72.57
Diciembre	mm	30	69.35
Enero	mm	30	20.76
Febrero	mm	30	43.05
Marzo	mm	30	84.73



**Continuación...**

Marzo	Lima	Neuroptera	0.33	0.04		l	m
Febrero	Lima	Neuroptera	0.11	0.04			m
Enero	Lima	Neuroptera	0.07	0.04			m
Noviembre	Lima	Neuroptera	0.04	0.04			m
Diciembre	Lima	Neuroptera	0.04	0.04			m
Octubre	Lima	Neuroptera	0	0.04			m

**Nota:** Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 6.** Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por orden y mes en mandarina.

Mes	Cítrico	Orden	Medias	E.E.				
Diciembre	Mandarina	Hymenoptera	255.76	8.16	A			
Enero	Mandarina	Hymenoptera	236.69	8.16	A	B		
Febrero	Mandarina	Hymenoptera	226.91	8.16	B	C		
Noviembre	Mandarina	Hymenoptera	160.31	8.16		G	H	I
Octubre	Mandarina	Hymenoptera	140.07	8.16		J	K	
Enero	Mandarina	Diptera	118.73	6.29		K	L	M
Marzo	Mandarina	Hymenoptera	117.36	8.16		L	M	N
Diciembre	Mandarina	Diptera	102.22	6.29		M	N	O
Febrero	Mandarina	Diptera	98.11	6.29		N	O	
Noviembre	Mandarina	Diptera	76.69	6.29			P	Q
Octubre	Mandarina	Diptera	63.53	6.29			Q	R
Diciembre	Mandarina	Coleoptera	34.69	1.91			S	T
Marzo	Mandarina	Diptera	22.02	6.29			T	U
Noviembre	Mandarina	Coleoptera	19.38	1.91			U	W
Octubre	Mandarina	Coleoptera	16.44	1.91				W

**Continuación...**

Enero	Mandarina	Coleoptera	15.91	1.91	W
Febrero	Mandarina	Coleoptera	9.44	1.91	W Y Z a
Octubre	Mandarina	Hemiptera	8.31	0.72	Y Z a b
Marzo	Mandarina	Coleoptera	6.78	1.91	Y Z a b c d
Noviembre	Mandarina	Hemiptera	5.67	0.72	a b c d e f
Diciembre	Mandarina	Hemiptera	3.69	0.72	d e f g h
Febrero	Mandarina	Hemiptera	1.8	0.72	h i j k
Marzo	Mandarina	Hemiptera	0.76	0.72	j k l m
Enero	Mandarina	Hemiptera	0.51	0.72	k l m
Noviembre	Mandarina	Neuroptera	0.07	0.04	m
Enero	Mandarina	Neuroptera	0.07	0.04	m
Febrero	Mandarina	Neuroptera	0.02	0.04	m
Diciembre	Mandarina	Neuroptera	0.02	0.04	m
Octubre	Mandarina	Neuroptera	0	0.04	m
Marzo	Mandarina	Neuroptera	0	0.04	m

**Nota:** Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 7.** Pruebas LSD de Fisher para cultivo cítrico por orden y mes en limón.

Mes	Cítrico	Orden	Medias	E.E.	
Marzo	Limón	Hymenoptera	186.09	8.16D	E F
Enero	Limón	Hymenoptera	171.27	8.16	F G H
Noviembre	Limón	Hymenoptera	164.44	8.16	F G H I
Enero	Limón	Diptera	157.76	6.29	H I J
Febrero	Limón	Hymenoptera	156.18	8.16	H I J
Diciembre	Limón	Hymenoptera	151.33	8.16	H I J

**Continuación...**

Diciembre	Limón	Diptera	123.33	6.29	K L				
Noviembre	Limón	Diptera	116.56	6.29	L M N				
Febrero	Limón	Diptera	102.22	6.29	M N O				
Octubre	Limón	Hymenoptera	87.71	8.16	O P				
Octubre	Limón	Diptera	55.93	6.29		R			
Diciembre	Limón	Coleoptera	35.07	1.91		S			
Marzo	Limón	Diptera	31.67	6.29		S T U			
Noviembre	Limón	Coleoptera	22.6	1.91		T U			
Enero	Limón	Coleoptera	16.27	1.91			W		
Octubre	Limón	Coleoptera	15.22	1.91			W X		
Marzo	Limón	Coleoptera	10.09	1.91			W X Y		
Febrero	Limón	Coleoptera	8.22	1.91			Y Z a b c		
Febrero	Limón	Hemiptera	7.22	0.72			Y Z a b c		
Noviembre	Limón	Hemiptera	4.8	0.72			b c d e f g		
Octubre	Limón	Hemiptera	3.51	0.72			d e g h i		
Enero	Limón	Hemiptera	2.56	0.72			e h i j		
Diciembre	Limón	Hemiptera	1.64	0.72			i j k l		
Marzo	Limón	Hemiptera	1.4	0.72			j k l m		
Noviembre	Limón	Neuroptera	0.04	0.04					m
Marzo	Limón	Neuroptera	0.04	0.04					m
Febrero	Limón	Neuroptera	0.02	0.04					m
Enero	Limón	Neuroptera	0.02	0.04					m
Diciembre	Limón	Neuroptera	0.02	0.04					m
Octubre	Limón	Neuroptera	0	0.04					m

**Nota:** Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )







**Continuación...**

3	Limón	Fl	11.13	1.26
6	Limón	B	10.36	1.26
6	Limón	M	10.32	1.26
1	Limón	B	10.1	1.26
5	Limón	Fl	7.94	1.26
1	Limón	M	7.33	1.26
5	Limón	F	7.1	1.26
4	Limón	Fl	3.49	1.26
3	Limón	B	2.63	1.26
4	Limón	B	2.25	1.26

T U W X Y Z a b c  
 U W X Y Z a b c d e  
 U W X Y Z a b c d e f  
 W X Y Z a b c d e f  
 c d e f g h i j k  
 e f g h i j k l  
 e f g h i j k l m  
 n o p q r  
 p q r  
 p q r

---