



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Šulc. EN PLANTACIONES DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN EL VALLE DEL CHOTA”**

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

### AUTORA:

Shirley Brigith Vinueza Encalada

### DIRECTORA:

PhD. Julia Karina Prado Beltrán

Ibarra, abril 2021

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Šulc. EN PLANTACIONES DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN EL VALLE DEL CHOTA”.**

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán

**DIRECTORA**



---

FIRMA

Ing. Miguel Alejandro Gómez MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes MSc.

**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			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004191167		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vinueza Encalada Shirley Brigith		
DIRECCIÓN:	Otavalo-San Carlos-Vía Selva Alegre		
EMAIL:	<a href="mailto:svinueza16@gmail.com">svinueza16@gmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	290-4421	TELÉFONO MÓVIL:	0962887399

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc. EN PLANTACIONES DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) EN EL VALLE DEL CHOTA".
AUTOR:	Shirley Brigith Vinueza Encalada
FECHA: DD/MM/AAAA	22 de abril del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTOR:	Ing. Julia Karina Prado Beltran PhD

## 2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de abril de 2021



LA AUTORA.....

Shirley Brigith Vinueza Encalada, C.I.: 100419116-7

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Srta Shirley Brigith Vinueza Encalada, con cédula de ciudadanía N° 1004191167 bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 15 días del mes de abril del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'PRADO', with a horizontal line underneath the name.

---

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 15 días del mes de abril del 2021

Shirley Brigith Vinueza Encalada: **"EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sulc. EN PLANTACIONES DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN EL VALLE DEL CHOTA"**./Trabajo de titulación.

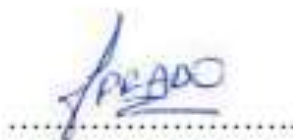
Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 15 días del mes de abril del 2021, 97 páginas.

### **DIRECTORA:**

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la dinámica poblacional de los estadios *Bactericera cockerelli* (Šulc.) en plantaciones de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el Valle del Chota.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Cuantificar huevos y ninfas de *B. cockerelli* a través de monitoreo directo en el cultivo de pimiento para la determinación de niveles de infestación, monitorear la población de insectos adultos a través de trampas para la evaluación de la dinámica poblacional de *B. cockerelli*, y registrar información primaria a través de encuestas para la descripción del manejo agronómico que realiza el agricultor en el cultivo.



PhD. Julia Karina Prado Beltrán

Directora de Trabajo de Grado



## AGRADECIMIENTO

*Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) y en especial a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por formarme como un profesional con valores y ética.*

*A mi directora de tesis Ph.D Julia Prado por compartir su amplio conocimiento, guiarme y brindarme la oportunidad de adquirir nuevas experiencias, a mis asesores de tesis Ing. Miguel Gómez e Ing. Fernando Basantes por sus aportes para que esta investigación culmine con éxito.*

*A mi querida Mary Robby, por todo el cariño y paciencia.*

*El más grande agradecimiento a mi familia quienes con honestidad, respeto y perseverancia fueron los pilares de mi vida, en especial a mi madre por el esfuerzo que hizo para que esto sea posible.*

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis está dedicada a mi madre por su amor y sacrificio durante todos estos años y a mis hermanas por el apoyo brindado.*



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT .....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.4.3. Preguntas directrices.....	5
CAPÍTULO II .....	6
2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Cultivo de pimiento.....	6
2.1.1 Origen .....	6
2.1.2 Clasificación taxonómica .....	6
2.1.3 Descripción morfológica .....	7
2.1.4 Etapas fenológicas del cultivo .....	8
2.1.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	9
2.1.6 Requerimientos nutricionales .....	10
2.2 Generalidades de la plaga.....	11
2.2.1 Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i> (Šulc) .....	11
2.2.2 Origen y distribución del insecto.....	11
2.2.3 Biología y ciclo de vida .....	12
2.3 Hospederos .....	17
2.3.1 Vector de enfermedades .....	18
2.3.2 Síntomas .....	18
2.3.3 Sistemas de monitoreo.....	18

2.4	Manejo integrado.....	20
2.5	Marco legal.....	21
CAPÍTULO III .....		22
3	MARCO METODOLÓGICO .....	22
3.1	Descripción del área de estudio.....	22
3.2	Materiales y equipos.....	23
3.3	Métodos.....	23
3.4	Variables evaluadas.....	24
3.5	Manejo del experimento.....	27
CAPÍTULO IV .....		32
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1	Temperatura y precipitación.....	32
4.2	Número de huevos.....	35
4.3	Número de ninfas .....	40
4.4	Número de adultos .....	43
4.5	Clasificación de insectos por orden (entomofauna) colectados en trampas.....	46
4.6	Entomofauna muestreada con red entomológica .....	50
4.7	Manejo químico.....	56
CAPÍTULO V .....		62
5.1	Conclusiones .....	62
5.2	Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....		64
ANEXOS.....		74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Planta de pimiento.....	6
<i>Figura 2.</i> Ciclo de vida de <i>B. cockerelli</i> .....	12
<i>Figura 3.</i> Huevos de <i>B. cockerelli</i> .....	13
<i>Figura 4.</i> Primer instar <i>B. cockerelli</i> .....	14
<i>Figura 5.</i> Segundo estadio de <i>B. cockerelli</i> .....	14
<i>Figura 6.</i> Tercer estadio de <i>B. cockerelli</i> .....	15
<i>Figura 7.</i> Cuarto estadio de <i>B. cockerelli</i> .....	15
<i>Figura 8.</i> Quinto estadio de <i>B. cockerelli</i> .....	16
<i>Figura 9.</i> Adulto de <i>B. cockerelli</i> .....	17
<i>Figura 10.</i> Comunidades del Valle del Chota.....	22
<i>Figura 11.</i> A) Conteo de oviposturas de <i>B. cockerelli</i> en pimiento, B) huevos en el envés de la hoja. ....	24
<i>Figura 12.</i> Conteo de ninfas de <i>B. cockerelli</i> . A) planta de pimiento, B) ninfas en el envés de la hoja, C) ninfa de quinto instar de desarrollo. ....	25
<i>Figura 13.</i> Conteo de adultos de <i>B. cockerelli</i> en trampas. A) Trampa colocada a cinco centímetros del ápice de la planta, B) trampa amarilla de (25x10 cm), C) insecto <i>adulto de B. cockerelli</i> .....	26
<i>Figura 14.</i> Recolección de entomofauna en el cultivo de pimiento en el Valle del Chota. ....	27
<i>Figura 15.</i> Trampa etiquetada y envuelta en papel film. ....	28
<i>Figura 16.</i> Método de muestreo de <i>B. cockerelli</i> en los lotes de pimiento. ....	29
<i>Figura 17.</i> Métodos de colecta para la entomofauna en lotes de pimiento.....	29
<i>Figura 18.</i> Clasificación e identificación de insectos por orden. A) Identificación de insectos en trampa, B) identificación de insectos colectados de forma manual. ....	30
<i>Figura 19.</i> Fluctuación de temperatura en la localidad de Cuambo .....	32
<i>Figura 20.</i> Variación de la precipitación en la localidad de Cuambo.....	33
<i>Figura 21.</i> Fluctuación de temperatura en la localidad de Carpuela. ....	33
<i>Figura 22.</i> Variación de precipitación en la localidad de Carpuela.....	34
<i>Figura 23.</i> Fluctuación de temperatura en la localidad de Tumbatú. ....	34
<i>Figura 24.</i> Variación de precipitación en la localidad de Tumbatú.....	35
<i>Figura 25.</i> Número de huevos de <i>B. cockerelli</i> por etapa fenológica contabilizados en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota. ....	36
<i>Figura 26.</i> Número de ninfas de <i>B. cockerelli</i> por etapa fenológica contabilizadas en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota. ....	41
<i>Figura 27.</i> Número de insectos adultos de <i>B. cockerelli</i> por lote en cada etapa fenológica contabilizados en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota. ....	45
<i>Figura 28.</i> Clasificación de insectos por orden y etapa fenológica en el cultivo de pimiento en la localidad de Cuambo. ....	48
<i>Figura 29.</i> Clasificación de insectos por orden y etapa fenológica en el cultivo de pimiento en la localidad de Carpuela. ....	49
<i>Figura 30.</i> Clasificación de insectos por orden y etapa fenológica en el cultivo de pimiento en la localidad de Tumbatú. ....	50

<i>Figura 31.</i> Clasificación de insectos recolectados con la red entomológica en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota. ....	51
<i>Figura 32.</i> Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota. ....	56
<i>Figura 33.</i> Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de floración del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota. ....	57
<i>Figura 34.</i> Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de fructificación del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota. ....	58
<i>Figura 35.</i> Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de cosecha del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota. ....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	10
Extracción de nutrientes del cultivo de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.).....	10
Tabla 2.....	19
Bacterias que son transmitidas por los insectos vectores.....	19
Tabla 3.....	23
Materiales y equipos.....	23
Tabla 4.....	35
Análisis de la varianza del conteo de número de huevos en etapas fenológica.....	35
Tabla 5.....	40
Análisis de la varianza del conteo de número de ninfas en etapas fenológica.....	40
Tabla 6.....	43
Análisis de la varianza del conteo de número de adultos en las distintas etapas fenológica.....	43
Tabla 7.....	46
Análisis de la varianza de la clasificación de insectos por orden recolectados en trampas.....	46
Tabla 8.....	51
Análisis de la varianza para clasificación de artrópodos benéficos colectados con la red entomológica.....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plantilla para la toma de datos del monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc. ....	74
Anexo 2. Carta compromiso de los agricultores con la investigación .....	76
Anexo 3. Efecto de localidad, etapa fenológica y orden en la entomofauna colectada en trampas en la investigación de la dinámica poblacional de <i>B. cockerelli</i> En el Valle del Chota. ....	77
Anexo 4. Efecto de localidad, etapa fenológica y orden en la entomofauna colectada con red entomológica en la investigación de la dinámica poblacional de <i>B. cockerelli</i> en el Valle del Chota.....	80

## RESUMEN

*Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) es un insecto vector transmisor de enfermedades en solanáceas entre ellas el pimiento, se ha registrado que causa pérdidas importantes en la producción. En Ecuador, una de las áreas más importantes de producción es la zona norte del país específicamente en el Valle del Chota, en donde fue necesario realizar un monitoreo de infestación del insecto. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la dinámica poblacional de huevos, ninfas y adultos de *B. cockerelli* (Šulc) en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota (Carpuela, Cuambo y Tumbatú) en cuatro etapas fenológicas. Para el muestreo se tomaron 20 plantas al azar en forma de X por lote, donde se contabilizaron huevos y ninfas de cuarto y quinto instar de desarrollo; para el conteo de adultos se utilizaron ocho trampas por hectárea ubicadas en el centro y borde de los lotes. Además, se registró el manejo fitosanitario, la temperatura y precipitación en cada localidad, las evaluaciones se realizaron cada 15 días. Los resultados muestran diferencias significativas en la cantidad de huevos, ninfas y adultos de *B. cockerelli* en las distintas localidades y etapas fenológicas. La localidad de Carpuela presentó el conteo más alto de huevos, ninfas y adultos para las cuatro etapas fenológicas; el número de huevos fue 9840, 2810, 1189 y 8872 para crecimiento vegetativo, floración, fructificación y cosecha respectivamente. El número de ninfas fue 452, 111, 91 y 888 para las cuatro etapas fenológicas respectivamente. El número de adultos fue 290, 1022, 602 y 264 para cada etapa respectivamente. El análisis de ingredientes activos mostró que Carpuela utilizó únicamente siete moléculas a largo del ciclo del cultivo: Diazinon, Imidacloprid, Methomil, Abamectina, Clorpirifos, Fipronil+Imidacloprid y Thiametoxam+Lamdacialotrina. Se concluyó que el nivel de infestación de los estadios de huevos ninfas y adultos se presentó en mayor proporción en la localidad de Carpuela, seguido de Cuambo y finalmente la de menor número fue Tumbatú. Temperaturas menores a 7°C podrían influir negativamente en la dinámica poblacional del insecto al igual que las altas precipitaciones. Adicionalmente la etapa con mayor número de insectos e ingredientes activos utilizados en todas las localidades fue la cosecha.

**Palabras clave:** huevos, ninfas, paratrioza, monitoreo, enemigos naturales, control químico.

## ABSTRACT

*Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) is an insect vector which transmits diseases to the Solanaceae crops, among them pepper, it has been registered that it could cause important yield losses. In Ecuador, one of the most production areas is the northern part of the country, specifically in the Chota Valley, where it was necessary to monitor of the infestation of the insect. This research aimed to evaluate the population dynamics of eggs, nymphs, and adults of *B. cockerelli* (Šulc) in the pepper crop in three locations of the Chota Valley (Carpuela, Cuambo, and Tumbatú) in four phenological stages. In the monitoring, 20 plants were chosen randomly following an X scheme in each plot, here the number of eggs, nymphs of the fourth and fifth instar were counted; for the adult counting eight yellow tramps were located per hectare. Additionally, plague management, temperature and rainfall were registered in each location, the evaluations were performed every 15 days. Results showed statistical differences in the number of eggs, nymphs, and adults of *B. cockerelli* on the locations and phenological stages. Carpuela showed the highest number of eggs, nymphs, and adults in the fourth stages; the number of eggs were 9840, 2810, 1189, and 8872 for vegetative development, flowering, fructification, and harvesting, respectively. Nymphs were 452, 111, 91, and 888 for the four phenological stages, respectively. Adults were 290, 1022, 602, and 264 for each stage, respectively. The analysis of the insecticide active ingredients showed that in Carpuela only seven molecules were used along the crop cycle: Diazinon, Imidacloprid, Methomil, Abamectin, Clorpirifos, Fipronil+Imidacloprid y Thiametoxam+Lamdacialotrina. We concluded that the highest infestation level of eggs, nymphs, and adults, was in Carpuela, and followed by Carpuela and the lowest at Tumbatú. Temperature level below 7°C and high rainfalls could negatively influence the population dynamics of the insect. In addition, the stage with the highest number of insects and used active ingredients was the harvesting

**Keywords:** eggs, nymphs, paratrioza, vector, monitoring, natural enemies, chemical control,

.



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El pimiento es una solanácea de cuyo centro de origen se ubica en Sudamérica específicamente en Bolivia y Perú (Moreno, 2015). El cultivo es considerado como el cuarto vegetal más importante a nivel mundial y se ha constituido como parte fundamental en la dieta de los seres humanos (Naegele, Tomlinson, y Hausbeck, 2015). En Ecuador, la producción de pimiento es económicamente relevante para pequeños y medianos productores, el área cultivada alcanza una superficie total de 2668 hectáreas (Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC, 2019). Adicionalmente, es clave señalar que el pimiento se ha constituido en un componente esencial de la ingesta diaria de los ecuatorianos (Guato, 2017).

El cultivo requiere condiciones edafoclimáticas muy variadas determinándose que se desarrolla de forma óptima en rangos de temperatura entre los 18 y 24 °C, la precipitación requerida fluctúa entre 600 y 1200 mm, y por último una humedad relativa en rangos de 50 a 70%. Los suelos óptimos para su mejor producción son de tipo franco arenosos con pH que varían entre los 6.5 y 7.0 (Moreno, 2015) (Moreno, 2015). El sur de la provincia de Carchi y el norte de Imbabura constituyen el sector conocido como Valle del Chota. Esta zona posee las características meteorológicas y edáficas mencionadas y tiene superficies cultivadas que alcanzan aproximadamente 702 hectáreas (campo abierto y bajo invernadero) (INEC, 2019). En consecuencia se considera a la zona como la de mayor importancia para la producción de este rubro a nivel nacional (Duque, González, Galeas, y Guallichicomin, 2015).

El cultivo es económicamente rentable a nivel mundial y nacional, por lo tanto, se ha optado en un sistema de producción tipo monocultivo. La metodología facilita el trabajo de mantenimiento de cultivo y disminuye en algún grado los costos de producción. No obstante, el efecto colateral de este método de cultivo es el incremento de la incidencia y severidad del ataque de plagas y enfermedades (Wylie, 2001). Las plagas más comunes, se pueden enumerar: pulgones (*Myzus* sp., *Aphis* sp.), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), gusanos del follaje (*Spodoptera* sp.), ácaros (*Tetranychus urticae*) y psilidos (*Bactericera cockerellii*)

(Moreno, 2015). Por otra parte las enfermedades de mayor interés son: mal de almácigo (*Phyitium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.), tizón tardío (*Phytophthora infestans*), marchitamiento (*Fusarium* sp., *Sclerotium* sp.), alternaria (*Alternaria* sp.), pudrición bacterial (*Erwinia* sp.) y fitoplasmas (Guato, 2017; Moreno, 2015; Yilmaz, Kemal, y Khaled, 2019).

En la actualidad, los agricultores han advertido la presencia de un desorden que ha sido relacionado a la presencia de un insecto. Este desorden fue identificado por primera vez en el país por Suquilanda (1995), quien detectaba la presencia de un microorganismo en el pimiento que era transmitido por insectos chupadores (vector) y producían clorosis y el posterior marchitamiento de la planta. Sin embargo, él no identificaba con claridad al insecto y al patógeno causante de esta enfermedad.

El insecto relacionado con este desequilibrio ha sido identificado como *Bactericera cockerelli*, un insecto plaga de la familia Triocidae, que ha sido encontrado en diversidad de cultivos, pero principalmente en cultivos de solanáceas tales como papa (*Solanum tuberosum*), tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) (Alarcón, Lozoya, y Valadez, 2009; Bolanos et al., 2019; Rubio, Cadena, y Vázquez, 2013; Thinakaran et al., 2017). *B. cockerelli* es vector de la bacteria patógena *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Buchman, Sengoda, y Munyaneza, 2011). Adicionalmente, se considera como el posible vector de los fitoplasmas *Candidatus Fitoplasma Aurantifolia* 16SrII. y *Fitoplasma Asteris* 16SrIF (Caicedo et al., 2015; Castillo, 2016; Castillo, Paltrinieri, Bustamante, y Bertaccini, 2018).

Sea cual fuese el origen de la plaga y de la enfermedad, el daño que produce la misma ha ido en incremento con el pasar del tiempo (Bolanos et al., 2019). Se ha reportado que en el caso del pimiento el ataque de este complejo patogénico genera atrofia en las plantas, mosaicos, deformación de las puntas de las hojas y frutos y reducción de los niveles de producción del 45 % (Velásquez, Reveles, Mena, Salas, y Mauricio, 2014).

## 1.2 Problema

*Bactericera cockerelli* (Šulc) es un psílido, que ataca principalmente a la familia de las solanáceas y prevalece en los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*L.), chile (*Capsicum* spp.) y tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) (Vega et al., 2008). El insecto es vector de diferentes patógenos (Buchman et al., 2011; Caicedo et al., 2015; Castillo, 2016; Castillo,

Fu, y Burckhardt, 2019; Castillo, Fu, Snyder, y Jensen, 2017; Castillo et al., 2018), por lo tanto, podría ser transmisor del fitoplasma reportado como agente causal de la enfermedad de punta morada en papa (Reveles, Salas, Castañeda, y Mauricio, 2018).

Wallis (1995) citado por Castillo et al (2019), mencionan que el ataque del insecto se limita al floema de la planta, alimentándose de la savia lo que provoca el amarillamiento del follaje, y subsecuentes pérdidas significativas de rendimiento y calidad en los cultivos mencionados. En el caso del pimiento se ha reportado que la enfermedad causa atrofia en las plantas, mosaicos, deformación de las puntas de las hojas y frutos y reducción de los niveles de producción (Velázquez, Reveles, Mena, Salas, y Mauricio, 2014; Yilmaz et al., 2019).

El nivel de daño producido por la plaga obliga al productor a aplicar insecticidas en altas dosis, sin sustento técnico, y sin un conocimiento sobre el umbral económico, (Centro Internaciona de la Papa, 2002). Se han reportado que algunos productores realizan entre 12 a 30 aplicaciones de insecticidas por campaña con el fin de controlar al insecto (Chávez, Bautista, Flores, Uribe, y Fuentes, 2015). Lo que necesariamente genera consecuencias a nivel ambiental (ecosistemas terrestres y acuáticos) y efectos en la salud de animales y seres humanos (Carvalho, 2017). De la misma forma, el uso inapropiado y falta de rotación de ingredientes activos, y desconocimiento de la fenología resulta en pérdidas económicas (Bolaños et al., 2019; CIP, 2002).

Los aspectos más importantes para el control de las plagas son el conocimiento de la fenología del cultivo, las condiciones climáticas y la influencia de estas dos variables en el desarrollo y la dinámica de la plaga. Variables como la temperatura promedio, precipitación y la humedad relativa influyen positiva y negativamente la incidencia de la plaga en función de la etapa fenológica y estación del año (Castillo, 2016; Murphy, Rondon, y Jensen, 2013; Qing, 2017; Thinakaran et al., 2017). Sin embargo, Ecuador no cuenta con estudios científicos relacionados con los efectos de las variables climáticas en la dinámica poblacional de *B. cockerelli*. Además, no existe información sobre monitoreo de la población de este insecto en las zonas de mayor concentración de solanáceas (tomate, tomate de árbol y pimiento) para conocer los niveles de infestación (Castillo et al., 2019).

### 1.3 Justificación

La ausencia de información climática y su influencia en dispersión de la plaga obliga a plantear un programa de monitoreo para establecer el comportamiento del insecto en el cultivo de pimiento y generar alternativas de control (Murphy et al., 2013). Las estrategias de control deben ir más allá de la aplicación de plaguicidas o la utilización de enemigos naturales, al contrario, debería existir alternativas que contemplen variables ambientales que modifiquen la dinámica del insecto (Qing, 2017).

Por lo tanto, podemos inferir que esta metodología permitirá describir las relaciones entre variables del desarrollo de *B. cockerelli* (número de oviposiciones, desarrollo ninfal e incidencia de adultos) con variables medioambientales (temperatura y precipitación) (Choudhary, 2019). Adicionalmente, incluir un monitoreo de la población de insectos benéficos y parasitarios presentes permitirá comportamientos reproductivos y de desarrollo para generar estrategias de control basadas en métodos ambientalmente amigables y sustentables (Kipsang, 2016). En consecuencia la conjunción de variables servirá de bases para futuras investigaciones enfocadas en generar modelos ambientales que identifiquen situaciones particulares en las cuales exista una alta probabilidad de riesgo de persistencia de la plaga (Sporleder et al., 2013).

La utilización del monitoreo efectuado científicamente facilitará la obtención de datos de la plaga, adicionalmente, estimar las condiciones climáticas para generar modelos específicos para el sector del Valle del Chota. Y determinar si existen diferencias entre la expresión de la plaga en tres diferentes localidades (Cuambo, Carpuela, y Tumbatú). Consecuentemente, se obtendrá información cercana a la realidad que constituirá la base para el establecimiento de estrategias de control diferenciadas y específicas para el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1. *Objetivo general*

Evaluar la dinámica poblacional de los estadios de *B. cockerelli* en plantaciones de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el Valle del Chota.

### 1.4.2. *Objetivos específicos*

- Cuantificar huevos y ninfas de *B. cockerelli* a través de monitoreo directo en el cultivo de pimiento para la determinación de niveles de infestación.
- Determinar la población de insectos adultos a través de trampas para la evaluación de la dinámica poblacional de *B. cockerelli*.
- Describir el manejo agronómico del cultivo de pimiento a través de encuestas para la determinación de los niveles de infestación de *B. cockerelli*.

### 1.4.3. *Preguntas directrices*

- ¿Existe la presencia de *B. cockerelli* en cultivos de pimiento en las localidades del Valle del Chota?

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Cultivo de pimiento

##### 2.1.1 Origen

El cultivo es originario de América del sur, específicamente de Perú y Bolivia. Fue introducido en Europa desde Brasil desde el siglo XVI. Desde allí su cultivo se ha extendido a Asia y África y Europa. Cabe mencionar que en el viejo continente, el cultivo ha tenido un mayor desarrollo tecnológico (Casilimas et al., 2012; Guato, 2017; Moreno, 2015).

El cultivo presenta cualidades organolépticas como sabor amargo y alto contenido vitamínico (vitamina C). Esto lo vuelve un alimento esencial para la dieta de los seres humanos. El uso principal que tiene el cultivo es en fresco y como condimento. No obstante, algunas variedades en la actualidad son utilizadas como cultivo ornamental. Además, se puede utilizar para la extracción de oleorresinas y tiene propiedades digestivas y diuréticas (Moreno, 2015; Suquilanda, 1995).

##### 2.1.2 Clasificación taxonómica

La planta pertenece a la familia Solanaceae, el nombre científico más difundido es *Capsicum annuum* (Figura 1). Este género y especie engloba a toda la variabilidad genética existente. Sin embargo, otros autores mencionan que existen dos especies *C. annum* y *C. frutescens*, la diferencia entre ambos radicaría básicamente en el número y color de las flores por inflorescencia (Casilimas et al., 2012). Basado en la información proporcionada por la mayoría de los autores, (Casilimas et al., 2012; Guato, 2017; Moreno, 2015). La clasificación taxonómica del cultivo sería la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum* L.

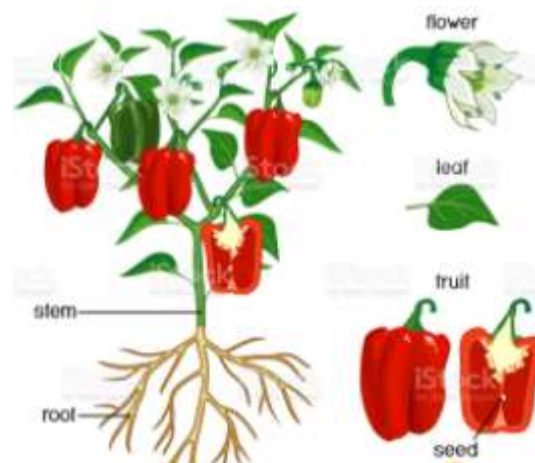


Figura 1. Planta de pimiento.

### **2.1.3 Descripción morfológica**

#### **Raíz**

El cultivo presenta una raíz de tipo pivotante, típica de las plantas dicotiledóneas. Esta raíz puede alcanzar una profundidad de 0.5 hasta 1.2 m. Esto es altamente dependiente de la textura de suelo en el cual es cultivado (Guato, 2017). Las raíces con mayor actividad de absorción de agua y nutrientes, se ubican a una profundidad de 0.4 m (Casilimas et al., 2012)

#### **Tallo**

Es de crecimiento determinado erecto de color verde oscuro, dependiendo la variedad puede alcanzar alturas de hasta 0.6 m. El diámetro del tallo es de 0.5 a 1.5 cm. Es importante mencionar que presenta una bifurcación aproximadamente a los 0.45 m de altura, ahí empieza el desarrollo de las ramas secundarias (Casilimas et al., 2012).

#### **Hojas**

Son lisas, enteras, lanceoladas, ápice acuminado, presentan un peciolo largo. La nervadura central es protuberante y simula a una prolongación del peciolo. Las nervaduras secundarias son pronunciadas y llegan a los bordes de la hoja. Se insertan en el tallo de forma alterna. Sus tamaños dependen de la variedad (Casilimas et al., 2012; Guato, 2017; Moreno, 2015).

#### **Flores**

Son perfectas, conspicuas de color blanco o de color púrpura. Se forman en las axilas de las ramas, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción axilar. Son de fecundación autógena (Casilimas et al., 2012)

## **Frutos**

Por ser de la familia Solanaceae, presenta un fruto de tipo baya cartilaginosa deprimida. Los colores del fruto pueden ser: rojo, verde y anaranjado. El tamaño del fruto es variable y dependiente de la variedad (Casilimas et al., 2012; Moreno, 2015).

## **Semillas**

Son redondeadas y reniformes, tienen entre 3 a 5 mm de longitud y de color amarillo. Están insertadas en la placenta cónica de disposición central. Un gramo puede tener entre 150 y 200 semillas. El poder germinativo de las semillas es de 3 a 4 años (Casilimas et al., 2012; Guato, 2017; Moreno, 2015).

### ***2.1.4 Etapas fenológicas del cultivo***

Este cultivo presenta diferentes fases fenológicas entre las que se pueden enumerar: germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, y madurez fisiológica (Condolo, 2017).

## **Germinación**

Se considera germinación al proceso que ocurre luego de la siembra y tiene como consecuencia la aparición de raíces y emergencia de la planta (Moreno, 2015). En condiciones normales de temperatura, luz, oxígeno y humedad, la etapa de germinación se da entre 8 a 10 días después de la siembra (dds) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, 2014).

## **Crecimiento vegetativo**

Esta etapa comprende el crecimiento y desarrollo de la planta y va desde que se produjo la germinación de la semilla hasta que empieza la floración (CORPOICA, 2014). Adicionalmente, esta etapa se puede dividir en dos la primera que es la etapa de semillero



que dura entre 30 y 40 días y la etapa de crecimiento vegetativo en campo que puede durar entre 130 y 180 días dependiendo de la variedad (Casilimas et al., 2012; CORPOICA, 2014).

### **Floración**

La etapa consiste en la aparición de flores en la planta, lo que indica el inicio de la etapa reproductiva (Condolo, 2017; Merbein, Price, Munns, Biology, y Industry, 2015). Esta etapa inicia entre los 130 y 180 después de la germinación (Casilimas et al., 2012; CORPOICA, 2014).

### **Fructificación**

Este proceso ocurre entre 20 a 40 días después de la fecundación de las flores, cabe recalcar que este tiempo es variable debido a que depende de diferentes factores tales como temperatura, humedad y polinizadores (Moreno, 2015).

### **Maduración**

Casilimas et al. (2012) mencionan que esta etapa puede darse desde los 180 hasta los 240 dds, es importante tener en cuenta que la variación de los días es dependiente de las variedades y que esta etapa se acorta a partir del segundo ciclo de cosecha.

#### ***2.1.5 Requerimientos edafoclimáticos***

Las principales condiciones que están directamente relacionadas al desarrollo del cultivo de pimiento son temperatura, humedad relativa y suelo (Cobeña, 2015).

### **Temperatura**

Es un cultivo exigente en temperatura, el rango óptimo es de 18 a 27 °C donde obtiene la mejor floración y cuajado de fruto, a temperaturas debajo de los 6 °C las actividades fisiológicas se ven interrumpidas y temperaturas superiores a los 32 °C provocan la caída del botón floral e impiden los procesos de fructificación (Buñay, 2017).

## Humedad relativa

El desarrollo normal del pimiento oscila entre el 50-70 % de humedad relativa, este es el rango óptimo para las etapas de floración y cuajado, los valores elevados de humedad favorecen al desarrollo de enfermedades criptogámicas, además, dificulta la fecundación y si es demasiado baja causa la caída de flores y frutos recién cuajados (Cobeña, 2015; Condolo, 2017).

## Suelo

Los suelos más adecuados para el pimiento son francos, franco arenoso, profundos, con alto contenido de materia orgánica (>3%), con buena capacidad de retención de humedad y buen drenaje, además, el cultivo es tolerante la acidez del suelo, adaptándose bien a un intervalo de pH de 5,5 y 7 (Buñay, 2017; Condolo, 2017).

### 2.1.6 Requerimientos nutricionales

Casilimas et al. (2012) menciona que para realizar una correcta fertilización hay que tomar en cuenta el tipo de fertilizante a utilizar, la extracción de nutrientes por parte de la planta y el contenido de nutrientes presente en el suelo. A continuación, se presenta el nivel de extracción promedio de un cultivo de pimiento (Tabla 1..

Tabla 1.

*Extracción de nutrientes del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.)*

Nutriente	Extracción (kg/ha)	Nutriente	Extracción (kg/ha)
N	170	Fe	0.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50	Mn	0.4
K <sub>2</sub> O	120	Cu	0.5
Ca	70	Zn	0.3
Mg	60	B	0.2
S	11		

Fuente: Casilimas et al. (2012)

## 2.2 Generalidades de la plaga

### 2.2.1 Taxonomía de *Bactericera cockerelli* (Šulc)

Según Abdullah (2008) y (Yang y Liu, 2009) el insecto fue clasificado en 1909 por Šulc y nombrado *Trioza cockerelli*, luego asignado al género *Paratrioza*. Sin embargo, el insecto ha sido reasignado en 1997 cuando *Trioza* y *Bactericera* se consideraron sinónimos (García, 2012; Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria OIRSA, 2015). De tal forma, clasificación taxonómica quedó de la siguiente manera:

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemíptera

Familia: Triozidae

Género: *Bactericera*

Especie: *Bactericera cockerelli* (Šulc)

### 2.2.2 Origen y distribución del insecto.

*B. cockerelli* es conocido comúnmente como psílido de la papa o del tomate. Se lo conoce también como pulgón saltador (Yang y Liu, 2009). Este insecto fue colectado por primera vez en una plantación de papa en Colorado por Cockerell. Posteriormente, fue descrito por Sulc en 1909 y subsecuentemente designado como *Trioza cockerelli*; Crawford en 1911, lo reasignó en el género *Paratrioza cockerelli*. En 1997, cuando el género *Paratrioza* fue considerado equivalente al género *Bactericera*, Finalmente, cambió de familia de Psyllidae a Triozidae (Abdullah, 2008; Burckhardt y Lauterer, 1997).

Este insecto ha sido reportado por varios autores, mismos que mencionan una distribución a lo largo de todo el continente desde Norte, Centro América y Sudamérica (Castillo et al., 2019, 2017; Vereijssen, Smith, y Weintraub, 2018). Esta distribución no se limita únicamente a este continente, al contrario, ha sido identificado en Nueva Zelanda y Australia (Puketapu y Roskruge, 2011). En Ecuador, los síntomas de presencia de la enfermedad se

han reportado por varios años sin embargo apenas en la última década se ha podido ratificar con certeza, que el parásito se encuentra en el país (Bolanos et al., 2019; Caicedo et al., 2015; Castillo et al., 2017).

### 2.2.3 *Biología y ciclo de vida*

*B. cockerelli* es un insecto de tipo hemimetábolo, ya que tiene una metamorfosis incompleta, esto quiere decir que carece de pupa y únicamente presenta ninfas (Abdullah, 2008; Cerna et al., 2018; García, 2012). La hembra adulta puede ovipositar más de 500 huevos durante un período de 21 días (Figura 2). El tiempo promedio requerido para el desarrollo de huevo a adulto es de 15 a 30 días a una temperatura de 27 °C. Temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a 32 °C afectan adversamente el desarrollo y sobrevivencia del insecto. Existen normalmente tres o cuatro generaciones por temporada, las cuales se pueden traslapar (Córdoba, 2019).

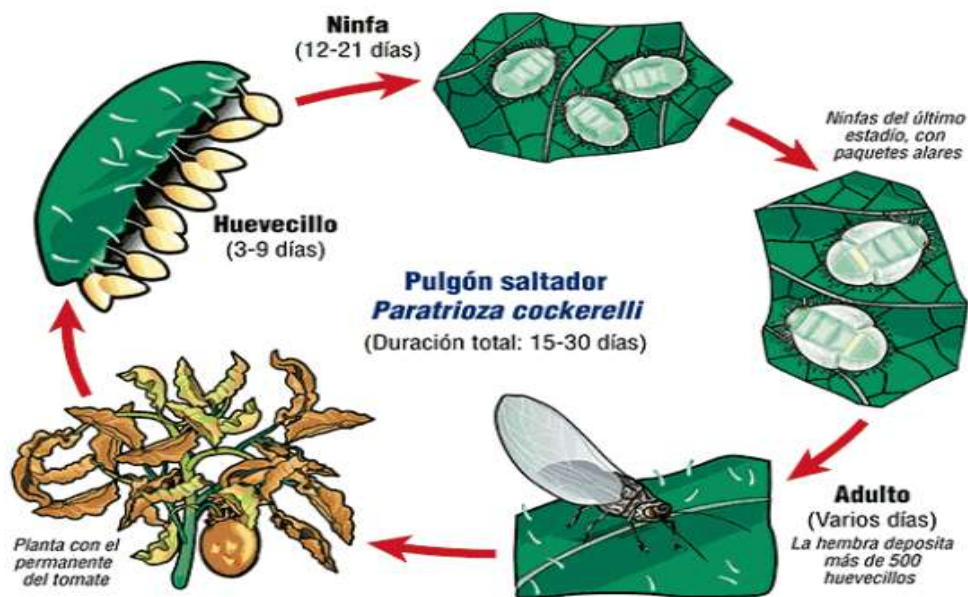


Figura 2. Ciclo de vida de *B. cockerelli*.

Fuente: Córdoba, (2019)

## Huevos

Son de forma ovoide que presentan colores que van desde el amarillo al anaranjado, corion brillante, suspendido por un corto filamento o pedicelo. Se encuentran aislados uno de otro y en ocasiones pueden formar grupos de 5 a 10 huevecillos separados.

Cada hembra durante su vida deposita alrededor de 500 huevecillos en los márgenes del envés de las hojas y en ocasiones en los tallos florales (Figura 3) (García, 2012). Los huevos requieren de 3 a 15 días para incubarse (García, 2012; Licon, 2009).



*Figura 3. Huevos de B. cockerelli*

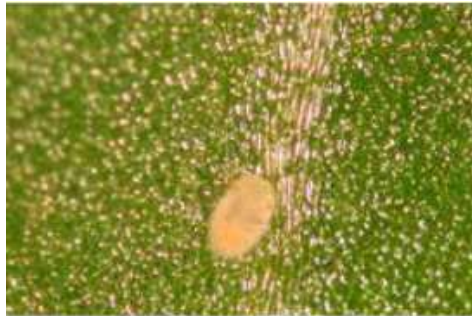
## Estadíos ninfales

Las ninfas únicamente son toxiníferas que inyectan a la planta una toxina “Tipo Auxina”. El insecto presenta cinco estados ninfales, mismas que tienen forma oval, aplanadas dorsoventralmente, con ojos bien definidos, el perímetro del cuerpo presenta filamentos sedosos, los cuales forman un halo a su alrededor. Estos generalmente se localizan en el envés de las hojas (Ministerio de Agricultura y Ganadería Costa Rica MAG, 2010; OIRSA, 2015).

## Primer instar

Al igual que los huevos, las ninfas presentan una coloración anaranjada. Las ninfas son de forma oval y aplanadas dorsoventralmente, presentan cabeza y tórax fusionados, las antenas

presentan segmentos basales cortos, gruesos y poco diferenciados, el último segmento de la antena, adicionalmente, presentan una seta sensorial (OIRSA, 2015). Presentan patas bien desarrolladas con segmentación poco evidente, segmentos tarsales con una uña poco desarrollada. Las alas son no visibles. Abdomen bien definido con segmentación poco evidente, círculos de polos anales externos poco diferenciados. Margen del cuerpo cubierto por hileras de setas-setas truncadas (Figura 4) (Licona, 2009).



*Figura 4. Primer instar B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, (2015)

### **Segundo instar**

El insecto continúa siendo aplanado dorsoventralmente, sin embargo, las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes (Figura 5) (OIRSA, 2015). La cabeza presenta antenas con segmentación no diferenciada. Éstas son gruesas en la base y se estrechan en la parte apical presentando en estas dos setas sensoriales (OIRSA, 2015). Los ojos presentan un color anaranjado oscuro. En el tórax el paquete alares desarrollados y visibles. La segmentación en las patas es notoria. Mayor tamaño del tórax y el abdomen. Se aprecian espiráculos en el abdomen en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Licona, 2009; OIRSA, 2015).



*Figura 5. Segundo estadio de B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, (2015)

### **Tercer instar**

Presenta las divisiones del cuerpo igual al estadio anterior. Cabeza con antenas más delgadas, diferenciados y setas sensoriales. Las partes bucales partes bucales y ojos igual al estadio precedente (García, 2012; Licon, 2009; OIRSA, 2015). Estructuras torácicas igual al estado anterior pero con color verde amarillento (García, 2012; OIRSA, 2015). Abdomen con los cuatro primeros pares de espiráculos diferenciados, así como los círculos de poros anales y el ano. Margen del cuerpo igual al estadio anterior (Figura 6).



*Figura 6. Tercer estadio de B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, (2015)

### **Cuarto instar**

Presenta cabeza y antenas de las mismas características que anterior instar (OIRSA, 2015). Adicionalmente, en los ojos se hacen evidentes las omatidias. También, presenta tórax con patas segmentadas y un par de uñas visibles; paquetes alares igual al estadio anterior bien definidas (Figura 7) (García, 2012). La única diferencia con la etapa anterior es que la constricción entre tórax y abdomen es más notoria (Licon, 2009).



*Figura 7. Cuarto estadio de B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, (2015)

## Quinto instar

Como se puede observar en la Figura 8, en este instar, la cabeza, tórax y abdomen son bien definidos; la cabeza y abdomen presentan una coloración verde clara. Presenta antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal; en éstas se encuentran dos setas sensoriales insertadas a diferentes niveles, la apical más gruesa y larga que la precedente (OIRSA, 2015).



Figura 8. Quinto estadio de *B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, (2015)

Presenta ojos similares al cuarto instar. El tórax muestra paquetes alares anteriores que muestran ángulos humerales proyectados hacia la parte anterior del cuerpo. El instar muestra patas perfectamente desarrolladas con un solo tarso y un par de uñas. Abdomen igual al estadio anterior (Licon, 2009; OIRSA, 2015).

## Adultos

Como se puede apreciar en la Figura 9, los adultos son alados y de apariencia totalmente diferente a las ninfas. Muestran un aspecto similar a las cigarras, pero con un tamaño inferior. En el tórax presenta alas que son 1.5 veces más largas que el cuerpo y venación tipo de la familia. La cabeza presenta una mancha color marrón que coincide con la división del tórax y cabeza. Presenta ojos grandes de color café y antena filiforme segmentada en dos tonos de color. El tórax es blanco-amarillento con manchas cafés bien definidas (OIRSA, 2015).

Existe un dimorfismo entre macho y hembra. Las hembras presentan cinco segmentos visibles más el segmento genital que es de forma cónica en vista lateral y en la parte media



dorsal se presenta una mancha blanca. Mientras que los machos presentan seis segmentos visibles más el genital, este último segmento se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen (Licona, 2009; Toledo, 2016).



Figura 9. Adulto de *B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, (2015)

### 2.3 Hospederos

*B. cockerelli* es un insecto que se hospeda en plantas de familia Solanaceae (Castillo et al., 2019; Yang y Liu, 2009). Entre los cultivos en los cuales se ha identificado la presencia del insecto se puede enumerar: papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), chile (*Capsicum annuum*), berenjena (*Solanum melongena*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), toloache (*Datura metel* y *D. stramonium*), tomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerifforme*), hierba mora (*Solanum nigrum*), mala mujer (*Solanum rostratum*), uvilla (*Physalis* spp.), enredadera de campo (*Convolvulus arvensis*), y camote (*Ipomoea batatas*) (European and Mediterranean Plant Protection Organization EPPO, 2013; Lincona, 2009; Puketapu y Roskruge, 2011; Tucuch-Haas et al., 2010; Vereijssen et al., 2018; Yang y Liu, 2009).

También se han recolectado adultos en plantas que pertenecen a las siguientes familias; Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Violaciae, Chenopodiaceae, Malvaceae, Menthaceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae y Zygophyllaceae (EPPO, 2013; Puketapu y Roskruge, 2011).

### **2.3.1 Vector de enfermedades**

El insecto ha sido históricamente asociado a enfermedades de cultivos de solanáceas (Buchman, Sengoda, y Munyaneza, 2011; Caicedo et al., 2015; Castillo et al., 2019, 2017). La enfermedad se produce cuando las ninfas de los psílidos se alimentan de la planta. Al inicio se pensaba que estaba asociada a una toxina producida por el insecto (Buchman et al., 2011). Sin embargo, se ha determinado que el insecto se asocia con bacterias del género *liberibacter* (Buchman et al., 2011). Actualmente, siete especies de *Candidatus Liberibacter* y una especie de *Liberibacter* son asociados con la superfamilia *Psilloidea*; de estos algunos son conocidos como patógenos de las plantas.

### **2.3.2 Síntomas**

El insecto posee tres etapas de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. En las dos últimas es cuando causa el daño. La ninfa tiene la capacidad de inyectar una toxina en la planta, al momento de alimentarse, lo cual provoca trastornos fisiológicos que afectan el desarrollo y rendimiento del mismo, así como la calidad en la producción. Los síntomas del daño pueden confundir a los expertos pues son similares a los que causan otros organismos patogénicos (MAG, 2010).

*B. cockerelli* está asociada con la transmisión de la enfermedad conocida como punta morada en papa y tomate, cuyo agente causal es un fitoplasma. En el cultivo de la papa se le relaciona con la bacteria *Candidatus Liberibacter*, que afecta el rendimiento del tubérculo, se le conoce como zebra chip (Wenninger, Dahan, Thomton, y Karasev, 2019).

### **2.3.3 Sistemas de monitoreo**

Esta actividad tiene como objetivo establecer la dinámica de las poblaciones del insecto, y establecer la proporción relativa de los estados biológicos del insecto. Además, permite establecer si la plaga ha alcanzado un nivel que supere al umbral económico y las acciones que se deben llevar a cabo para contrarrestar los daños (MAG, 2010).

- Muestreo en hojas

Este muestreo se debe realizar dos veces por semana revisando en el centro y borde del cultivo tomando diez hojas por sitio de muestreo. Estas hojas deben ser seleccionadas en la parte media de la planta. Este es el sistema óptimo para el conteo de estadíos inmaduros (huevos y ninfas) (OIRSA, 2015).

- Muestreo con red entomológica

El muestro con red entomológica es utilizado para determinar la incidencia de los psílicos en su etapa adulta en el cultivo. Este muestro debe realizarse dos veces por semana en el centro y borde de los predios para establecer la población de la plaga (OIRSA, 2015). Por otra parte, al emplear una red de barrido, el recolector no necesariamente apunta a un espécimen específico, pero a veces lleva a cabo un muestreo aleatorio de la fauna presente en la vegetación o en la superficie del suelo (Grootaert, 2010).

- Trampas amarillas

En el caso de la población de adultos, se debe monitorear mediante el uso de trampas de color amarillo con pegamento. Este método es efectivo para identificar poblaciones que de insectos vectores que emigran al cultivo (Ramírez et al., 2008; Toledo, 2016).

Tabla 2.

*Bacterias que son transmitidas por los insectos vectores.*

<b>Bacteria</b>	<b>Insecto vector</b>	<b>Hospedero</b>
<i>Ca. L. asiaticus</i>	<i>Diaphorina citri</i> (Psyllidae)	Rutaceae (varias especies)
	<i>Trioza erythrae</i> (Trioziidae)	Rutaceae (varias especies)
	<i>Cacopsylla citrisuga</i> (Psyllidae)	Rutaceae (limón)
<i>Ca. L. americanus</i>	<i>Diaphorina citri</i> (Psyllidae)	Rutaceae (limón)
<i>Ca. L. africanus</i>	<i>Trioza erythrae</i> (Trioziidae)	Rutaceae
<i>Ca. L. caribbeanus</i>	<i>Diaphorina citri</i> (Psyllidae)	Rutaceae ( <i>Citrus</i> spp)
<i>Ca. L. solanacearum</i>	<i>Bactericera cockerelli</i> (Trioziidae)	Solanaceae (varias especies)
	<i>Trioza apicalis</i> (Trioziidae)	Apiaceae (zanahoria)
	<i>Bactericera trigonica</i> (Trioziidae)	Apiaceae (zanahoria, apio)

Fuente: Vereijssen et al. (2018)

## 2.4 Manejo integrado

El manejo integrado de la plaga comprende diferentes medidas de control como: control etológico, cultural, químico y biológico. Las medidas de control etológico comprenden la colocación de trampas amarillas y verde fosforescente con pegamento a una altura de 1.5 m desde el nivel del suelo (rango de vuelo del insecto); esto permitiría capturar adultos. También, es posible la utilización de trampas de agua (Maericke) (MAG, 2010).

En el caso del control cultural se puede implementar prácticas como: preparación oportuna del terreno, limpieza del campo, destrucción de residuos, podas para eliminar ninfas, eliminar plantas hospederas de los alrededores del cultivo y rotación de cultivos(MAG, 2010). El control químico se puede lograr con insecticidas de tipo sistémico cuyo modo de acción sean: efecto en el sistema nervioso, efecto en la metamorfosis, inhibidores de la síntesis de quitina. Entre estos insecticidas se puede mencionar a: Thimetoxan, Abamectina, Bifentrina, Spinosad, Spirotetramat (Toledo, 2016).

Cabe mencionar que este tipo de control debe ser la última medida, ya que el insecto es capaz de generar resistencia a los insecticidas. En caso de utilizar control químico, la Guía de manejo de la punta morada de la papa recomienda que no se debe realizar más de tres aplicaciones de un mismo grupo químico por ciclo de cultivo (Cuesta, Peñaherrera, Velásquez, y Castillo, 2018). Adicionalmente, la misma publicación indica que en cada fase fenológica se debe utilizar un producto de las diferentes opciones (Carbamatos, Organofosforados, Fenil Pirazoles, Neonicotinoides, Sulfoxaminas, Butenolides, Spinosin, Avermectina, Piriproxifen, Diafentiuron, Tetradifon, Pirazol, Análogos De Nereistoxinas, Buprofecin Derivados De Los Ácidos Tetrónico Y Tetrámico Y Diamidas).

La alternativa ambientalmente más amigable es la alternativa biológica. Este tipo de control se lo puede realizar utilizando enemigos naturales. Ramírez et al. (2008) menciona que la utilización de hongos entomopatógenos como: *Bauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, y *Metharizym anisopliae*, puede resultar en una reducción sustancial del número de ninfas presentes en el cultivo. Adicionalmente, existen depredadores naturales tales como insectos; entre estos insectos, se puede mencionar a *Chrysoperla* spp., *Hippodamia convergens* y finalmente las larvas de *Tamarixia triozae* (MAG, 2010).

## 2.5 Marco legal

La presente investigación se encuentra inmersa en las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano. Así por ejemplo en el Art. 14 de la Constitución de la república del Ecuador se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Además, en el inciso 2 del Art. 400 menciona que se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Y lo mencionado en el artículo 21 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria del 3 de julio del 2017, el control fitosanitario es responsabilidad de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), tiene por finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los vegetales, productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario.

El control fitosanitario y sus medidas son de aplicación inmediata y obligatoria para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dedicadas a la producción, comercialización, importación y exportación de tales plantas y productos (Nacional Asamblea, 2017).

Lo mencionado anteriormente valida la investigación realizada en la zona del Valle del Chota, donde se monitoreo a *B. cockerelli* y posibles enemigos naturales, estos funcionan como reguladores de poblaciones de insectos plaga para mantener el equilibrio por debajo de los márgenes económicos en cultivos de solanáceas, evitando la excesiva aplicación de pesticidas destinados al control de esta plaga.

# CAPÍTULO III

## 3 MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en los límites entre las provincias de Imbabura y Carchi en el sector denominado el Valle del Chota que integra las comunidades de Tumbatú, Carpuela, Cuambo (Figura 10). En las zonas se identificaron los sectores con mayor área de producción de pimiento (*Capsicum annum* L), y seleccionaron cinco lotes en conjunto con representantes de las instituciones públicas MAG e INIAP.

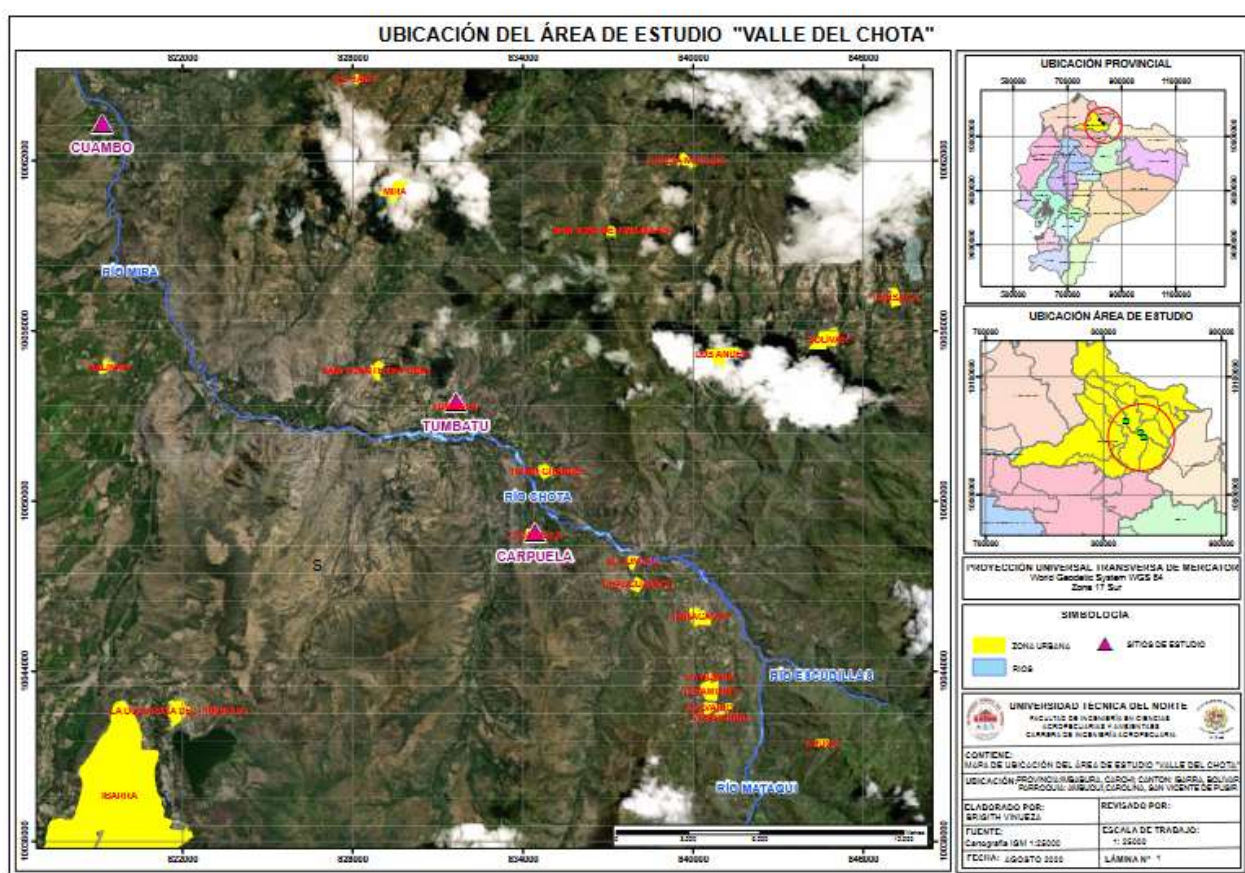


Figura 10. Comunidades del Valle del Chota

### 3.2 Materiales y equipos

Los materiales utilizados a lo largo de la investigación fueron los detallados en la Tabla 3.

#### *Materiales y equipos.*

Materiales	Equipos	Paquetes Software
Trampas amarillas	Computadora	Base de datos Excel ®
Registros (INIAP)	Microscopio	Infostat ®
Lupa	HOBO Pro v2	Loggers
Red entomológica	Estereoscopio	
Viales de 10 y 50 ml	Pluviómetro	
Agujas entomológicas	Cámara fotográfica	
Pinceles		
Pinzas entomológicas		
Papel film		
Alcohol		

### 3.3 Métodos

El propósito de la investigación fue conocer la dinámica poblacional de *B. cockerelli* en plantaciones de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el Valle del Chota. Esta investigación se la cataloga como descriptiva aplicada al campo, lo que se buscó fue evaluar la presencia de *B. cockerelli* en tres localidades y cuatro etapas fenológicas del cultivo (crecimiento vegetativo, floración, fructificación y cosecha).

#### **3.3.1. Unidad muestral**

Se evaluaron lotes en tres localidades (Tumabatú, Carpuela y Cuambo). Los lotes de Tumbatú tubieron una extensión de 0.25 y 0.35 hectáreas con una densidad de 3500 y 7200 plantas respectivamente. En el caso de Carpuela el lote presentó un área de 0.25 hectáreas con 2800 plantas. Finalmente, en Cuambo fueron lotes de 1 y 0.5 hectáreas, con 25000 y 12500 plantas respectivamente..

### 3.3.2. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos descriptivos se realizaron a través del programa InfoStat® versión 2018 mediante media, coeficiente de variación y error estándar, gráficos y análisis de la varianza para comparar la dinámica poblacional de *B. cockerelli* entre los lotes en estudio durante el ciclo del cultivo.

### 3.4 Variables evaluadas

Para la evaluación de la dinámica poblacional de *B. cockerelli* en el cultivo de pimiento se evaluaron las siguientes variables.

#### 3.4.1. Número de huevos

Para la evaluación de ovipositoras se seleccionaron 20 plantas al azar en forma de X en cada lote por etapa fenológica (Figura 16). Se inspeccionó cada planta con la ayuda de una lupa desde el ápice hasta la base durante cinco minutos. Se prestó especial atención a las hojas, mismas que fueron evaluadas primero en el haz y luego en el envés (Figura 11). Se contabilizó el número de huevos por planta (huevos/planta) cada 15 días y se registró en los formatos establecidos.



Figura 11. A) Conteo de ovipositoras de *B. cockerelli* en pimiento, B) huevos en el envés de la hoja.



### 3.4.2. Número de ninfas

En las 20 plantas seleccionadas anteriormente, se realizó el conteo de ninfas. Se seleccionaron al azar tres hojas bajas y tres hojas del tercio medio de la planta. Se contabilizó insectos que se encontraban en el 4 – 5 instar de desarrollo (Figura 12). Se registraron los datos en formatos establecidos cada 15 días.

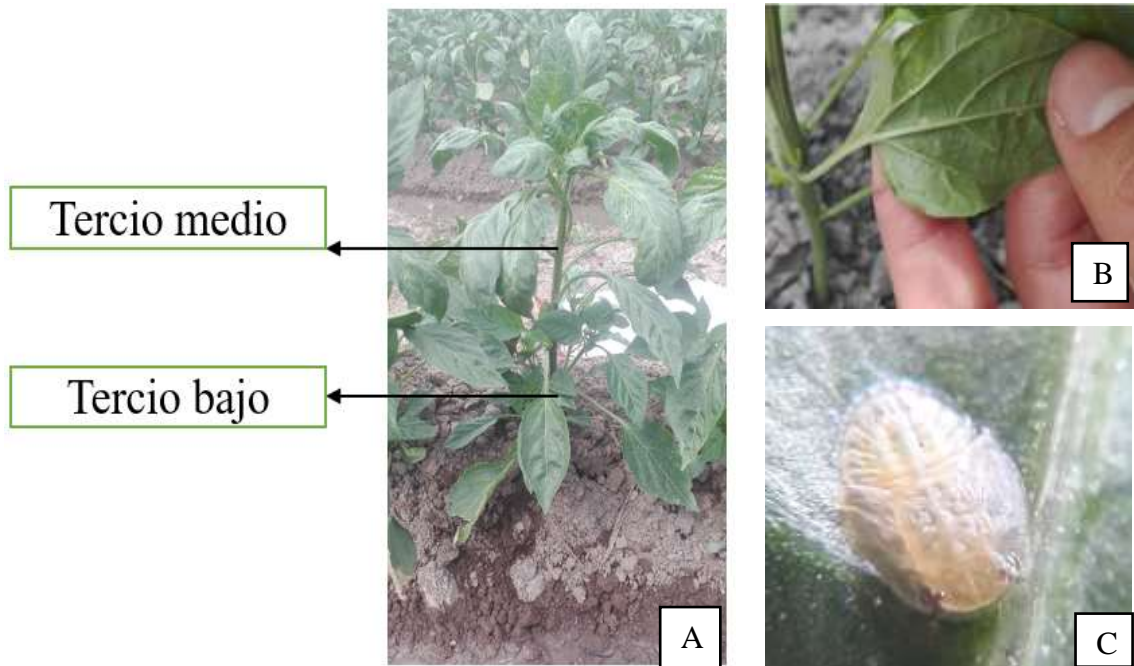


Figura 12. Conteo de ninfas de *B. cockerelli*. A) planta de pimiento, B) ninfas en el envés de la hoja, C) ninfa de quinto instar de desarrollo.

### 3.4.3. Número de adultos

El conteo de adultos se lo realizó en las trampas. Se colocaron trampas en el borde y centro de los lotes a una altura de cinco centímetros del ápice de la planta. Estas trampas fueron de color amarillo con biotak, lo que permitió la adherencia de los insectos adultos (Figura 13).

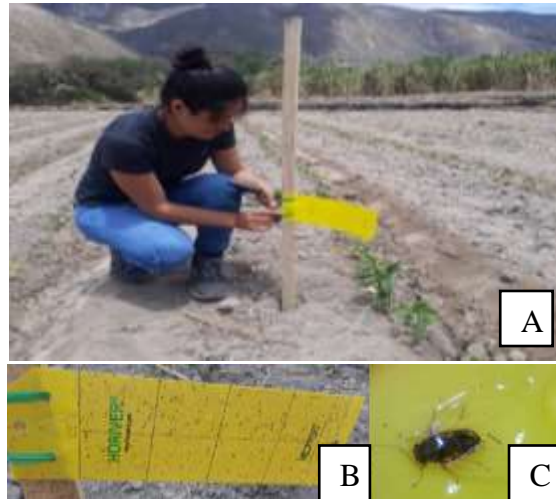


Figura 13. Conteo de adultos de *B. cockerelli* en trampas. A) Trampa colocada a cinco centímetros del ápice de la planta, B) trampa amarilla de (25x10 cm), C) insecto *adulto de*

### 3.4.4. Entomofauna

En la etapa de floración se capturaron insectos con una red entomológica en el cultivo para evaluar la presencia de artrópodos benéficos (enemigos naturales de *B. cockerelli*) (Figura 14). Se contabilizó y clasificó a los individuos en base al orden en cada uno de los lotes. Las muestras biológicas colectadas fueron colocadas en frascos de cristal para ser transportada al laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte para su posterior categorización.



*Figura 14.* Recolección de entomofauna en el cultivo de pimiento en el Valle del Chota.

#### ***3.4.5. Descripción agronómica del cultivo.***

Se registró el manejo agronómico del cultivo a través de una encuesta enfocada a recolectar la siguiente información: características generales del lote, cultivos aledaños, riego, controles fitosanitarios, fenología, etc. (Anexo 1).

### **3.5 Manejo del experimento**

#### ***3.5.1. Selección de lotes***

Para la selección de lotes se realizó un recorrido por las diferentes comunidades del Valle del Chota en conjunto con representantes de las instituciones públicas MAG e INIAP. Este recorrido tuvo como objetivo identificar la ubicación de las cinco áreas de estudio pertenecientes a pequeños productores.

#### ***3.5.2. Identificación de lotes***

Para la identificación de los lotes, se realizaron visitas a cada productor seleccionado donde se recopiló información general en el Anexo 1. Los lotes fueron identificados previo al inicio del monitoreo como: Cuambo1, Cuambo2, Carpuela3, Tumbatú4, Tumbatú5.

### ***3.5.3. Ubicación de equipos***

El sensor HOBO V2 PRO fue ubicado en el centro del lote Cuambo1, para lo cual se construyó una base de madera para proteger el equipo. Los datos de temperatura fueron tomados diariamente y se descargaron al finalizar el ensayo. Además, se instaló un pluviómetro para recolectar de datos de precipitación de forma diaria.

### ***3.5.4. Manejo de trampas***

Se colocaron ocho trampas amarillas por hectárea en el borde y centro del lote considerando una distribución uniforme (OIRSA, 2015). Las trampas tenían un tamaño de 25 x 10 cm y fueron ubicadas a la altura de 5 cm del brote apical. La altura de las trampas fue ajustada constantemente, de acuerdo al crecimiento de las plantas. Las trampas fueron recolectadas cada 15 días y envueltas en papel film. Cada trampa fue identificada de acuerdo con el número de lote (Figura 15). Finalmente, las trampas se colocaron en una caja plástica para ser transportadas al laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte para la identificación y clasificación de insectos por su sorden.



*Figura 15.* Trampa etiquetada y envuelta en papel film.

### ***3.5.5. Monitoreo***

El muestreo se realizó para estimar la densidad y distribución de la plaga. Se muestrearon 20 plantas al azar en forma de X partiendo de una esquina hacia el centro del lote de pimiento (Figura 16). Los datos se tomaron cada 15 días y se registraron en el cuaderno de campo.

Una vez recolectados los datos se tabularon en la base de datos Excel® para posteriormente ser procesados.

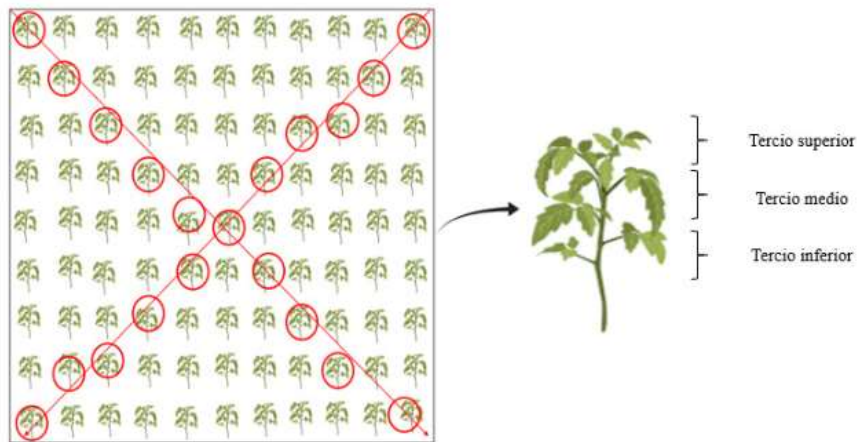


Figura 16. Método de muestreo de *B. cockerelli* en los lotes de pimiento.

### 3.5.6. Recolección de artrópodos

La entomofauna presente en el cultivo de pimiento fue colectada con la ayuda de una red entomológica. Esta actividad se llevó a cabo durante la primera y segunda floración. La captura dentro del lote se realizó mediante un muestreo aleatorio sistemático siguiendo un recorrido en forma S (Figura 17) (Castillo, 2016). La recolección se realizó en cada dos surcos del cultivo y el tiempo dependió del área del lote. Posteriormente, los insectos se colocaron en frascos de vidrio para ser transportados a los laboratorios de entomología de la Universidad Técnica del Norte. Los insectos fueron identificados y colocados en viales de 10 ml con alcohol al 70%.

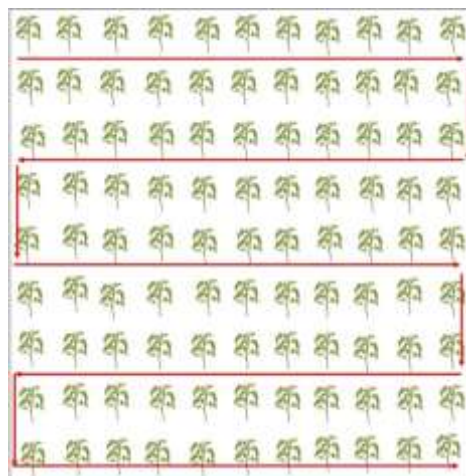


Figura 17. Métodos de colecta para la entomofauna en lotes de pimiento.

### 3.5.7. *Conteo, clasificación e identificación de insectos en trampas.*

El material biológico colectado en trampas fue procesado la ayuda de un estereoscopio, se identificó, clasificó y contabilizó a: *B. cockerelli*, e insectos de nueve órdenes de hexápodos (Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Coleoptera, Neuroptera, Lepidoptera, Odonata, Phasmatodea) (Figura 18). Por otra parte, los insectos recolectados con la red entomológica fueron clasificados con la ayuda de un estereoscopio, lámpara, pinzas, pincesy agujas entomológicas en base a las claves taxonómicas (Capinera, 2005).



Figura 18. Clasificación e identificación de insectos por orden. A) Identificación de insectos en trampa, B) identificación de insectos colectados de forma manual.

### 3.5.8. *Datos climáticos*

- Temperatura

Los datos de temperatura se estimaron durante todo el día considerando los datos obtenidos en el programa NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (NASA POWER Project). Adicionalmente, se utilizó un sensor HOBO Pro V2 Loggo en el lote de Cuambo1. Este equipo se localizó en el centro del lote con una cubierta de madera para su protección, La

información fue descargada al finalizar el experimento y representada como temperatura por días después de la simbra (dds). La variable fue expresada en centígrados (°C).

- Precipitación

La precipitación se estimó diariamente considerando los datos del del NASA POWER Project a lo largo de todo el experimento. Adicionalmente, se instaló un pluviómetro en el lote de Cuambo1. Esta variable se expresó en milímetros de columna de agua (mm) por días después de la simbra (dds).



# CAPÍTULO IV

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación realizada en el Valle del Chota en torno al monitoreo de *Bactericera cockerelli* que es un insecto plaga de importancia en cultivos de la familia solanácea, capaz de causar la pérdida total de una plantación se presentan a continuación.

### 4.1 Temperatura y precipitación

En la localidad de Cuambo las temperaturas máximas diarias se registraron a los 66, 82 y 153 días después de la siembra(dds) (10 y 26 de noviembre del 2019 y 5 de febrero del 2020) con 25.72, 25.46 y 25.22 °C respectivamente. Además, las temperaturas mínimas diarias fueron registradas a los 11, 126 y 154 dds (16 de septiembre del 2019, 9 de enero y 6 de febrero del 2020) con 10.91, 11.05 y 11.21°C respectivamente. (Figura 19)

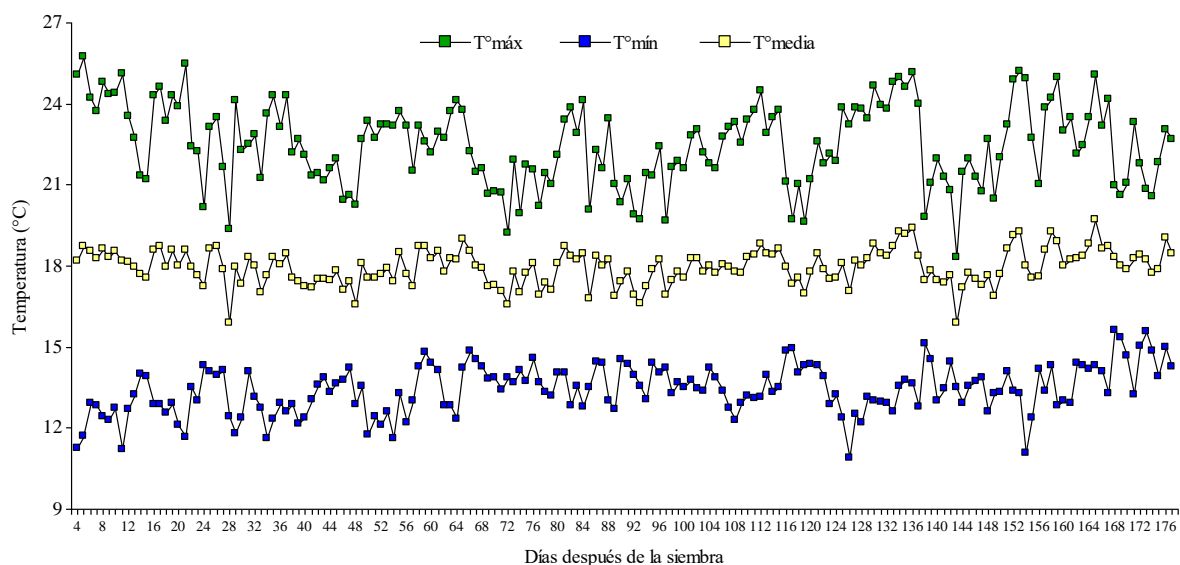


Figura 19. Fluctuación de temperatura en la localidad de Cuambo



Por otra parte, los datos de menor precipitación se registraron entre el 5 y 25 dds (septiembre 2019) con 44.69 mm y la mayor entre el 57 y 86 dds (noviembre 2019) con 238.27 mm. La mayor precipitación se presentó a los 67, 69 y 70 dds (11, 13, y 14 de noviembre) con 22.89, 42.64 y 36.21 mm respectivamente (Figura 20).

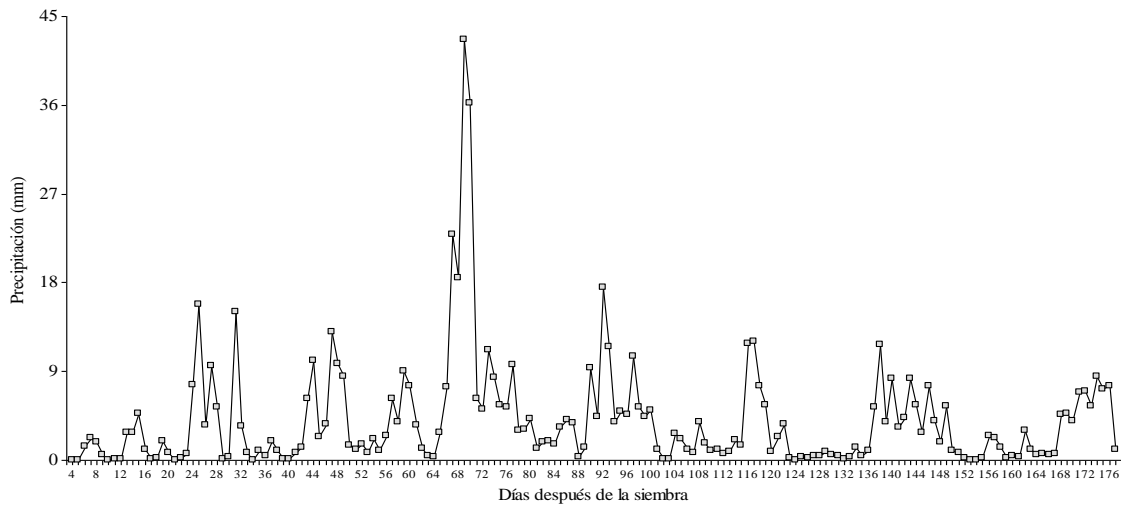


Figura 20. Variación de la precipitación en la localidad de Cuambo.

En la localidad de Carpuela las temperaturas máximas diarias se registraron a los 20, 28 y 128 dds (18 y 26 de septiembre del 2019 y 4 de enero del 2020) con 21.96, 21.92 y 21.64°C respectivamente. Además, las temperaturas mínimas diarias fueron registradas a los 132, 133 y 161 dds (8, 9 de enero y 6 de febrero del 2020) con 9.59, 8.77 y con 8.64°C respectivamente (Figura 21).

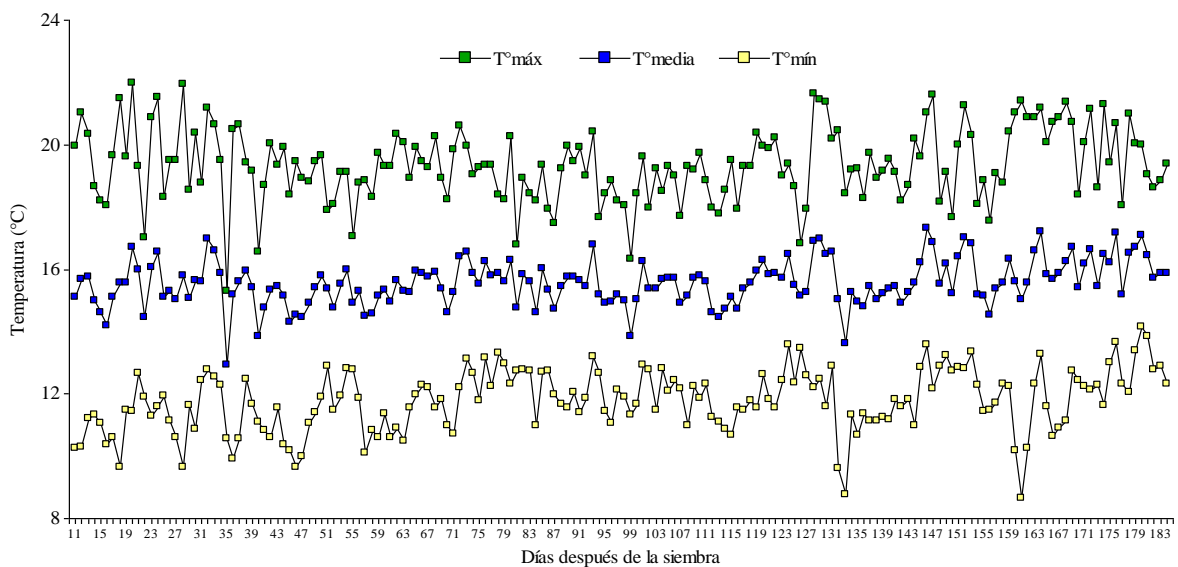


Figura 21. Fluctuación de temperatura en la localidad de Carpuela.

Por otra parte, los datos de menor precipitación se registraron entre el 11 y 32 dds (septiembre 2019) con 54.42 mm y la mayor entre el 64 y 93 dds (noviembre 2019) con 220.12 mm. La mayor precipitación se presentó a los 74, 76 y 77 dds (11,13, 14 de noviembre) con 20.58, 34.87, 23.55 mm respectivamente (Figura 22).

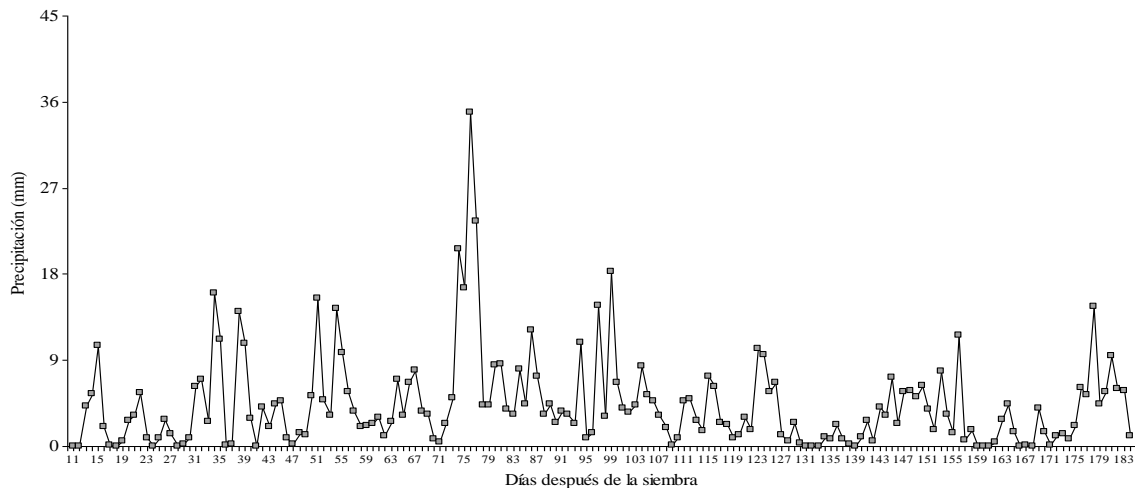


Figura 22. Variación de precipitación en la localidad de Carpuela.

En la localidad de Tumbatú las temperaturas máximas diarias se registraron a los 33, 165 y 166 dds (26 de septiembre del 2019, 5 y 6 de febrero del 2020) con 20.76, 21.34, 21.1°C respectivamente. Además, las temperaturas mínimas diarias fueron registradas a los 23, 138 y 166 dds (16 de septiembre del 2019, 9 de enero, 6 de febrero del 2020) con 6.83, 5.31, 6.58°C respectivamente (Figura 23).

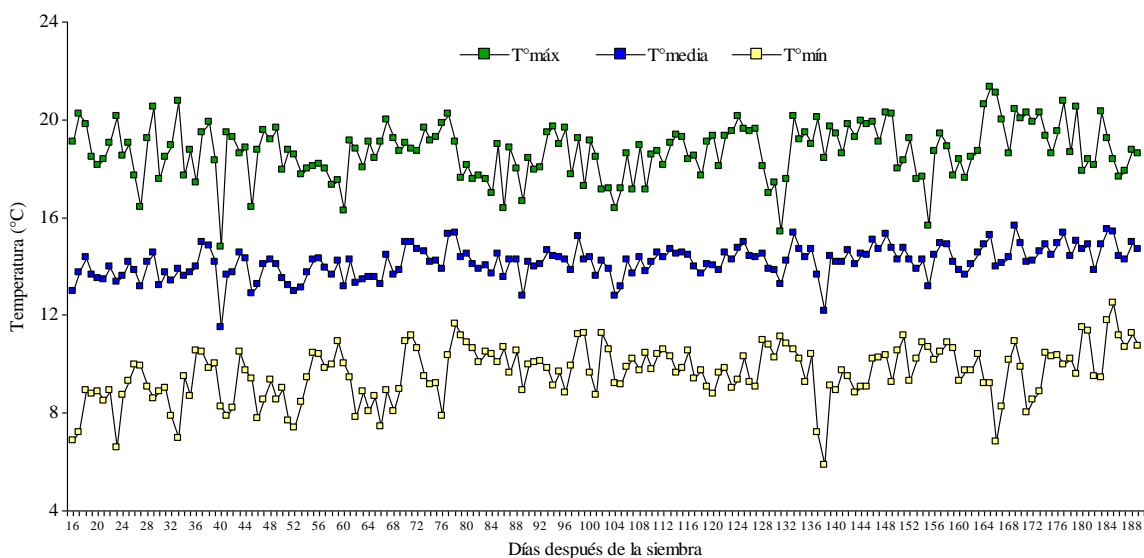


Figura 23. Fluctuación de temperatura en la localidad de Tumbatú.

Por otra parte, los datos de menor precipitación se registraron entre el 16 y 37 dds (septiembre 2019) con 47.14 mm y la mayor entre 69 y 98 dds (noviembre 2019) con 211.33 mm. La mayor precipitación se presentó a los 79, 81 y 82 dds (11, 13 y 14 de noviembre) con 19.6, 37.59 y 25.33 respectivamente (Figura 24).

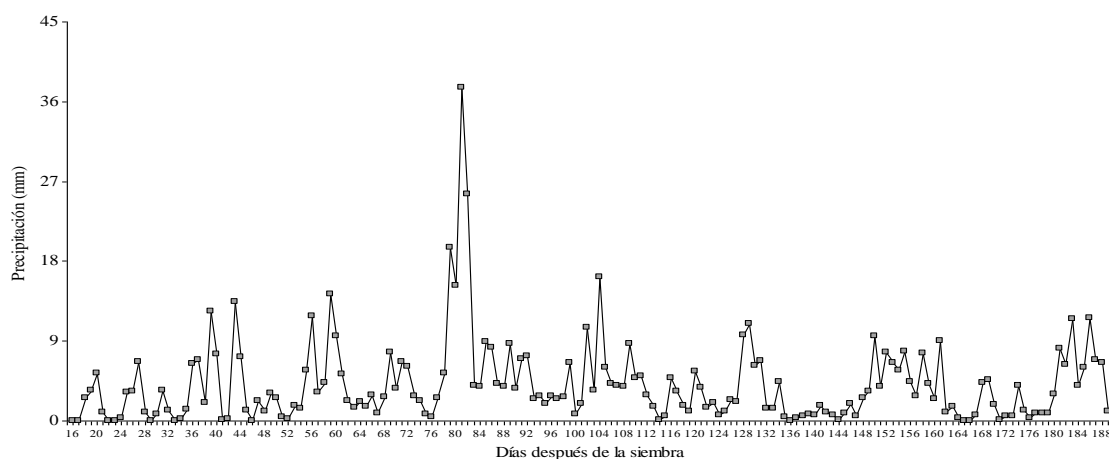


Figura 24. Variación de precipitación en la localidad de Tumbatú.

#### 4.2 Número de huevos

En esta variable se encontró efecto en la cantidad de huevos por localidad interactuando con las etapas fenológicas ( $F = 47.63$ ;  $GL = 6,133$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 4.).

Tabla 4.

*Análisis de la varianza del conteo de número de huevos en etapas fenológica.*

FV	GL	F	p
Localidad	2	197.29	<0.0001
Etapas fenológica	3	33.13	0.0001
Localidad: Etapas fenológica	6	47.63	<0.0001

Carpuela presentó el promedio estadísticamente más alto de oviposturas en la etapa de crecimiento con 9840 huevos. Por otra parte, Cuambo y Tumbatú presentaron valores estadísticamente similares entre sí con apenas el 5.23 y 3.99% respectivamente con relación al valor de la primera localidad. Por otra parte, para la etapa de floración Carpuela y Cuambo presentaron los valores más altos y estadísticamente similares con 2810 y 464 huevos

respectivamente. En contraste, Tumbatú fue estadísticamente diferente a las otras dos localidades en esta etapa con 148 oviposturas. Asimismo, para la etapa de fructificación Carpuela y Cuambo presentaron los valores más altos y estadísticamente similares con 1189 y 326 huevos respectivamente. Tumbatú fue estadísticamente similar a Cuambo con 97 huevos, pero, estadísticamente diferente a Carpuela. Finalmente, para la etapa de cosecha Carpuela fue estadísticamente superior a las otras localidades con 8872 huevos. Por otro lado, Cuambo y Tumbatú fueron estadísticamente similares entre sí y presentaron apenas el 40.71 y 11.81% del valor de la primera localidad respectivamente. (Figura 25).

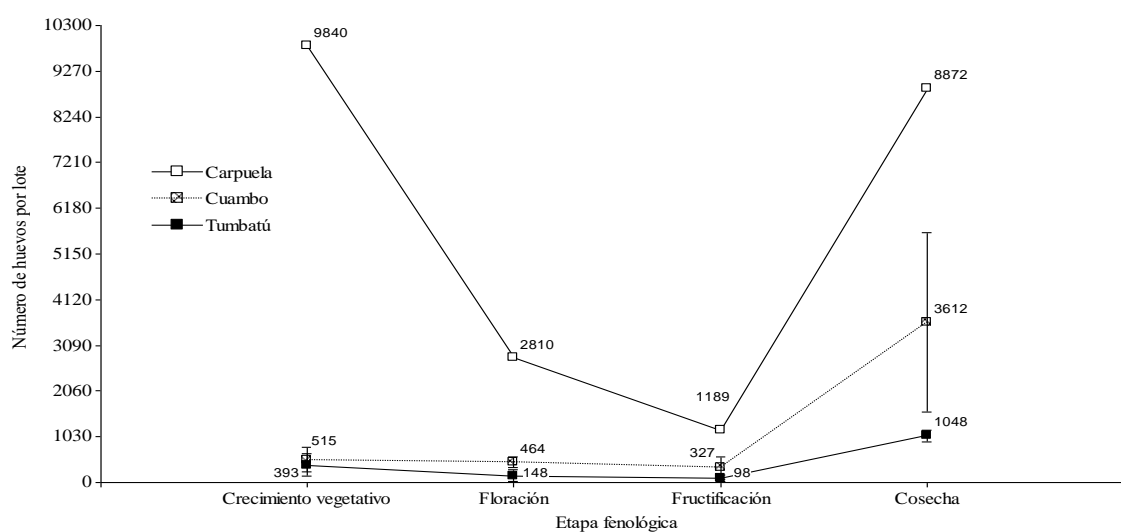


Figura 25. Número de huevos de *B. cockerelli* por etapa fenológica contabilizados en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota.

Es posible observar que existe una disminución del número de huevos entre la etapa de crecimiento y floración en las tres localidades. A pesar de que esta reducción no es estadísticamente significativa en las localidades de Cuambo y Tumbatú, tiene implicaciones prácticas para el control de la plaga. La reducción en la cantidad de huevos entre estas etapas en las comunidades de Carpuela, Cuambo y Tumbatú fue 71.44, 9.90 y 37.65% respectivamente. De la misma forma, existe una disminución en la cantidad de oviposturas entre la floración y fructificación. Los descensos del número de individuos en las comunidades de Carpuela, Cuambo y Tumbatú fueron de 29.21, 29.52 y 33.78 respectivamente.

En las etapas finales de desarrollo del cultivo, se pudo observar que el número de huevos incrementó drásticamente con una tendencia lineal positiva. El aumento fue de 7683, 3286 y 951 huevos para Carpuela, Cuambo y Tumbatú correspondientemente. Este crecimiento es altamente marcado en todas las localidades sin excepción.

La tendencia aquí explicada es muy similar a aquello encontrado por Henne, Workneh, y Rush (2012), quienes contabilizaron el número de adultos en cultivos de papa en Norteamérica. Estos autores no logran explicar las razones que conducirían a este comportamiento, sin embargo, se puede considerar que existe un efecto de la etapa de desarrollo del cultivo en la vida del insecto y la forma en la que oviposita.

La teoría ecológica sugiere que la selección de plantas por parte de las plagas se realiza para maximizar la supervivencia de su progenie (Prager, Lewis, Michels, y Nansen, 2014). En el mismo sentido Mopper y Simberloff, (1995) indican que la fenología de una planta podría tener un efecto en el comportamiento de un insecto. En los experimentos realizados por estos autores, se encontró que existe oviposición preferencial, y se relacionó tal comportamiento a la fenología y genotipo de los árboles estudiados. En el aspecto fenológico, se conoce que ciertos tipo de hoja o tamaños de la misma pueden inducir a la preferencia por parte del insecto (Horner y Abrahamson, 1992).

La respuesta diferencial de un insecto hacia cierto tipo de hoja u órgano en la planta se da debido a factores atrayentes como color u olor. Sétamou et al., (2012) investigaron en el efecto de diferentes colores y luces en la oviposición y ataque del psílido *Diaphorina citri* y concluyeron que su dinámica estaba altamente influenciada por el color y el olor de la planta. Este tipo de características puede diferir en dependencia con la etapa de desarrollo, por ejemplo, las flores de colores claros podrían atraer al insecto. También son probables los cambios de concentración de clorofila y su subsecuente efecto en el color de las hojas de la planta. Sin embargo, en esa investigación no se analizó la variable concentración de clorofila.

*B. cockerelli* evaluada en sus preferencias de alimentación en tomate ha mostrado inclinación hacia el ataque de hojas del tercio medio y en la parte del envés con mayor frecuencia que en el haz (Prager y Trumble, 2018). Esto se puede comprender como un

efecto en el comportamiento alimenticio y de desarrollo del insecto correlacionado con la fenología la hoja. Es probable que este tipo de hojas contengan los nutrientes y compuestos que los hagan más apetecibles para la plaga.

En el caso particular de esta investigación, se puede hacer un símil con las investigaciones mencionadas y relacionar el comportamiento de la ovipostura con la etapa fenológica del cultivo. Por ejemplo, en el caso de psílicos se ha investigado el efecto de las etapas fenológicas de la planta y su desarrollo, específicamente, en el psílido de los cítricos (*Diaphorina citri*) (Tsagkarakis, Rogers, y Spann, 2012). Este insecto sincroniza su oviposición en épocas anteriores a la floración y formación de brotes nuevos. Esta adaptación metabólica le permite al insecto tener disponibilidad cuantitativa y cualitativa de alimentos.

Basados en investigaciones realizadas en otros insectos (Arnaldo, Gonzalez, Oliveira, van Langevelde, y Wynhoff, 2014; Van Asch, Julkunen-Tiito, y Visser, 2010), se presume que la calidad de alimentación está ligada a la cantidad de nitrógeno soluble disponible en los tejidos en estas etapas de desarrollo de la planta. De la misma forma, Abdullah, (2008) concluyó que *B. cockerelli* puede sincronizar su ciclo de vida con condiciones adecuadas para mejorar su probabilidades de supervivencia.

También Goolsby et al., (2007) encontraron que el número de huevos es diferente en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de papa, no obstante, los autores mencionan que sus hallazgos no pueden ser considerados como definitivos debido a problemas en el diseño del muestreo. Esto quiere decir que se pudo haber subestimado el número de huevos en ciertas etapas fenológicas.

Por otra parte, en estudios realizados por Prager, Lewis, et al., (2014) en *B. cockerelli*, parasitando al cultivo de papa, no se encontró un efecto significativo en la correlación entre la etapa fenológica de cultivo y el nivel de oviposición de la plaga. El autor concluyó que la edad de la planta no genera una respuesta diferenciada en la variable oviposición en esta clase de insectos. A pesar de los resultados contrastantes de las diversas investigaciones, la tendencia presentada en este estudio podría ser atribuida al desarrollo fenológico, se podría indicar que la mejor etapa para la oviposición de *B. cockerelli* se encuentra entre la

fructificación y cosecha, debido a que aquí existe un incremento en formación de brotes jóvenes que serían los más apetecidos por el insecto plaga. Por lo tanto, se debe estudiar a mayor profundidad. Se afirma esto ya que la tendencia es similar para las tres localidades sin excepción.

Adicionalmente, no se puede atribuir la disminución del número de individuos a las condiciones de temperatura en las localidades de Carpuela y Cuambo, debido a que ninguna localidad logró sobrepasar el umbral de desarrollo. Abdullah, (2008), Lewis et al., (2014), y Tran et al., (2012) afirman que la temperatura de desarrollo del insecto varía entre un promedio 7 a 27°C en condiciones controladas, siendo estas variables dependientes del genotipo del psílido.

La única localidad que alcanzó una temperatura inferior al rango de desarrollo del insecto fue Tumbatú durante cuatro días (09/09/2019; 16/09/2019; 09/01/2020; 06/02/2020), sin embargo, no se puede explicar completamente la disminución de huevos solamente basados en esos datos específicos. Adicionalmente, las primeras dos fechas coincidieron con la etapa de crecimiento vegetativo y las dos últimas con cosecha. A pesar de la disminución de temperatura en la etapa de cosecha se mantuvo la tendencia al aumento en el número de huevos; esto va en contraposición al señalamiento teórico que indica que a menor temperatura la oviposición disminuye. Se podría especular que el psílido entra en diapausa y la tasa de eclosión decrece.

En el caso de las diferencias en el número de huevos presentados en las tres localidades y la amplia población de oviposturas encontrada en Carpuela, se puede atribuir las respuestas al manejo, debido a que, el control en esta localidad mostró escasa rotación de grupos de insecticidas ya que era realizada con escasos criterios técnicos. Adicionalmente, al final del experimento el agricultor decidió no continuar con el cultivo, y, en consecuencia, se determinó la nula aplicación de controles fitosanitarios. Goolsby et al., (2007) probaron la aplicación de imidacloprid, spiromesifen, y dinotefuran en tres cultivares de papa y encontraron que independientemente del insecticida utilizado, se reduce drásticamente la población de huevos. En contraste, Cuambo y Tumbatú mostraron un manejo eficiente de insecticidas utilizando una adecuada rotación debido a que contaron con asistencia técnica permanente.

Adicionalmente, en el mismo estudio se determinó que el efecto de los insecticidas es el mismo en cualquier estado fenológico del cultivo y consecuentemente, se debe realizar aplicaciones constantes. Adicionalmente, Goolsby et al., (2007) determinaron que no existe un efecto negativo de la aplicación de los insecticidas en los enemigos naturales de la plaga.

Pacheco-Cobarrubias, Suárez-Beltran, y Valenzuela-Valenzuela, (2014) mencionan que en la etapa de floración y fructificación existe mayor cantidad de adultos del psílido en dos variedades de *C. annuum*. Por lo tanto, podría existir la posibilidad de encontrar un incremento en la cantidad de oviposiciones en la etapa de cosecha. No obstante, las etapas en el cultivo no están exactamente definidas y algunas plantas pueden encontrarse ya sea en floración, fructificación y cosecha al mismo tiempo. Nuestros resultados muestran mayor número de adultos en la etapa de cosecha, lo que podría significar una tasa mas alta de oviposición en la última etapa de desarrollo del cultivo.

#### 4.3 Número de ninfas

En esta variable se encontraron diferencias significativas en la cantidad de ninfas por localidad interactuando con las etapas fenológicas ( $F = 47.64$ ;  $GL = 6,133$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 5).

Tabla 5.

*Análisis de la varianza del conteo de número de ninfas en etapas fenológica.*

FV	GL	F	p
Localidad	2	2468.51	<0.0001
Etapas fenológica	3	49.99	<0.0001
Localidad: Etapas fenológica	6	47.64	<0.0001

Carpuela presentó el valor más alto de ninfas con 452 en la etapa de crecimiento vegetativo. Por otra parte, Cuambo y Tumbatú presentaron valores estadísticamente similares entre sí con 5.31% en comparación a la localidad antes mencionada. Por otra parte, para la etapa de floración Carpuela y Cuambo presentaron los valores más altos y estadísticamente similares con 111 y 33 ninfas correspondientemente. En contraste, Tumbatú fue estadísticamente similar a Cuambo con 11 individuos, pero, estadísticamente diferente a Carpuela. Asimismo, para la etapa de fructificación Carpuela presentó el valor



más alto con 91 ninfas. Por otro lado, las localidades de Cuambo y Tumbatú presentaron valores similares con 7 y 2 ninfas respectivamente. Adicionalmente, Carpuela tuvo el número estadísticamente más alto de ninfas con 886 en la etapa de cosecha, en contraste, Cuambo y Tumbatú fueron estadísticamente similares entre sí y únicamente presentaron 16.70 y 2.26% del valor observado en Carpuela respectivamente (Figura 26).

Es posible observar que existe una disminución significativa del número de ninfas entre la etapa de crecimiento y floración en las localidades de Carpuela y Tumbatú (75.44 y 54.16% respectivamente). Por su parte, Cuambo presentó un incremento en el número de ninfas del 17.86% entre crecimiento y floración. Se detectó una disminución estadísticamente significativa en esta variable en las tres localidades entre las etapas de floración y fructificación con 18.02% para Carpuela, 78.78% para Cuambo y 77.27% para Tumbatú.

Finalmente existió un marcado crecimiento entre las etapas de fructificación y cosecha a razón de 875.63, 2014.29 y 185.71% para Carpuela, Cuambo y Tumbatú respectivamente.

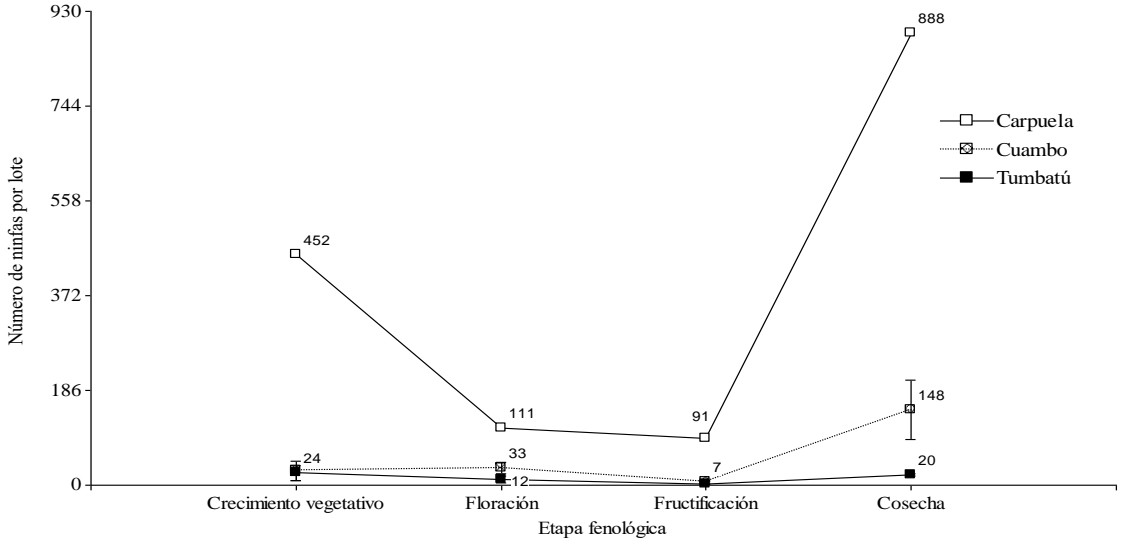


Figura 26. Número de ninfas de *B. cockerelli* por etapa fenológica contabilizadas en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota.

La variable número de ninfas muestra un comportamiento similar a la variable oviposturas. Sin embargo, el número de ninfas fue menor al número de huevos en todas las localidades. Yang y Liu, (2009) mencionan que *B. cockerelli* presenta bajas tasas de

supervivencia de inmaduros en condiciones de laboratorio en plantas de pimiento. Estos resultados coinciden con los datos encontrados en el presente estudio.

De la misma forma, Yang, Zhang, Hua, y Liu, (2010) registraron que del total de huevos del 11.3 al 14.5% de huevos no fueron viables en el cultivo de papa en condiciones de campo. De lo anterior descrito se puede mencionar que, las oviposiciones están distribuidas en forma de hileras en yemas apicales como en los bordes y superficie de las hojas, lo que las exponen a deshidratación reduciendo así su viabilidad y en consecuencia reduciendo el número de ninfas (Cerna et al., 2018).

Estudios han demostrado que la mortalidad de ninfas es generalmente más alta que la de huevos. Este fenómeno ocurre independientemente de los niveles temperatura o las condiciones en las cuales se desarrolle el insecto (Tran et al., 2012; Yang et al., 2010). Lewis et al., (2014) encontraron que desarrollándose a temperaturas entre 11 y 30°C, la mortalidad de ninfas es tres veces mayor que la de los huevos. Por otra parte, al desarrollarse a temperaturas de 10°C la mortalidad de los instares ninfales es dos veces mayor que la de huevos. También la mortalidad de las fases inmaduras del insecto muere cinco veces más que los huevos cuando se tiene una temperatura de 31°C.

A su vez, esta mortalidad relativa específica por etapa se repite en la mayoría de plantas hospederas (Yang, Zhang, Henne, y Liu, 2013). Es decir que sin importar la especie de solanácea en la que se desarrolle el insecto la supervivencia de sus fases siempre guardará una relación de mayor número de huevos que juveniles. Esto coincide con este estudio en el que encontramos una relación 11:1, 21:1, 52:1 (huevos: ninfas) en Carpuela, Cuambo y Tumbatú respectivamente.

A su vez, como se mencionó en la variable huevos, el insecto sincroniza sus oviposturas con el estado fenológico de la planta, para permitir que los estados juveniles tengan alimento de calidad en el momento de la eclosión (Henne et al., 2012; Horner y Abrahamson, 1992; Mopper y Simberloff, 1995; Prager, Lewis, et al., 2014). Es probable que las etapas en las cuales el insecto presentó un mayor número de huevos hayan sido las mejores para coincidir con alimento de calidad.

Además, como ya se ha mencionado la temperatura podría disminuir la supervivencia de las ninfas (Abdullah, 2008; Tran et al., 2012). Lewis et al., (2014) encontró una correlación entre el aumento de la temperatura y el aumento del coeficiente de muertes entre ninfas y huevos del insecto. A pesar de que las temperaturas más altas se presentaron en el mes de septiembre, el presente estudio no se presentó una tendencia disminución de ninfas en la etapa de crecimiento vegetativo. Por lo tanto, no es posible atribuir la variación en las ninfas a las fluctuaciones de la temperatura.

Gutiérrez et al., (2020) encontraron que la precipitación se relaciona negativamente con el aumento de las poblaciones del psílido, a mayor precipitación disminuye el número de insectos en la planta. También Tamborindeguy, Huot, Ibanez, y Levy, (2017) encontraron que en cultivo de papa irrigado en época seca las poblaciones del insecto decrecen. A su vez, los mismos autores también indican que estrés hídrico y humedad relativa puede influir en la abundancia de ninfas, disminuyendo su número en época de sequía. Estas investigaciones explican la tendencia de los resultados del presente estudio pues; el mes de noviembre presentó las precipitaciones más altas para las tres localidades (238.27 mm, 220.12 mm y 211.33 mm para Cuambo, Carpuela y Tumbatú respectivamente). El mismo mes coincide con la etapa de fructificación y en éste se encontraron las menores cantidades de ninfas 7, 91 y 7 para Cuambo, Carpuela y Tumbatú respectivamente.

#### 4.4 Número de adultos

En esta variable se encontraron diferencias significativas en la cantidad de adultos por localidad interactuando con las etapas fenológicas ( $F = 15.81$ ;  $GL = 6,133$ ;  $p=0.0005$ ). (Tabla 6).

Tabla 6.

*Análisis de la varianza del conteo de número de adultos en las distintas etapas fenológica.*

FV	GL	F	p
Localidad	2	251.15	<0.0001
Etapas fenológica	3	12.45	0.0022
Localidad: Etapas fenológica	6	15.81	0.0005

Existen diferencias significativas para el número de adultos en todas las etapas de desarrollo entre Carpuela y las dos localidades restantes. De la misma manera, se observó que existen disminuciones no significativas en el número de adultos entre la etapa de crecimiento y floración en la localidad de Cuambo y Tumbatú (25.82 y 60.99% respectivamente). En contraste, la tendencia en Carpuela fue diferente presentando un incremento del 352.41% en el número de adultos.

Adicionalmente, se detectó una disminución significativa del 41.10% en Carpuela y no significativa del 48.27% en Tumbatú entre las etapas de floración y fructificación. En contraste, en la localidad de Cuambo el número de individuos aumentó de manera no significativa en un 50.73%. Se observaron 1022 adultos en la etapa de floración en Carpuela, este valor difiere estadísticamente con las otras dos localidades. Por su parte, Cuambo y Tumbatú únicamente presentaron 13.31 y 8.51% de este valor correspondientemente.

La localidad que presentó un valor estadísticamente mayor en la etapa de fructificación fue Carpuela 602 individuos, esto difiere de las demás localidades. Por otra parte, Cuambo y Tumbatú presentaron valores estadísticamente similares con 205 y 44 psíidos correspondientemente.

Finalmente, existió un crecimiento significativo entre las etapas de fructificación y cosecha a razón de 242.86, 580.49 y 642.22 % para Carpuela, Cuambo y Tumbatú respectivamente. Carpuela presentó el promedio estadísticamente más alto de adultos con 2064 para la etapa de cosecha. A su vez, Cuambo y Tumbatú presentaron el 67.58 y 6.18% respectivamente en comparación a la localidad antes mencionada. (Figura 27).

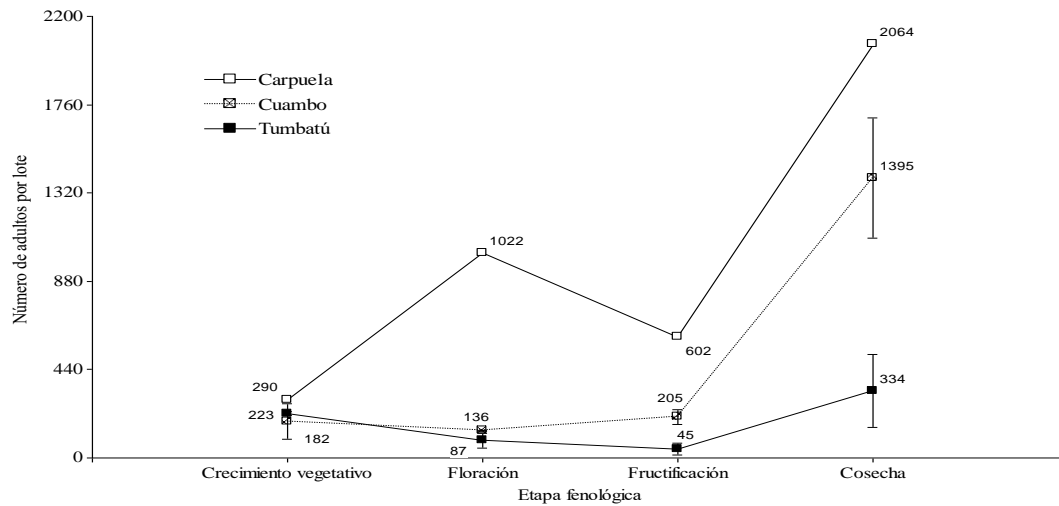


Figura 27. Número de insectos adultos se *B. cockerelli* por lote en cada etapa fenológica contabilizados en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota.

La tendencia de crecimiento exponencial en el número de adultos que se observa entre la etapa de fructificación y cosecha puede estar relacionada por la sincronización del insecto con etapas fenológicas del cultivo (Henne et al., 2012; Horner y Abrahamson, 1992; Mopper y Simberloff, 1995; Prager, Lewis, et al., 2014). Prager et al. (2014) concluyeron que los insectos herbívoros prefieren plantas que maximicen su desarrollo. Esta teoría podría también extrapolarse a la etapa de desarrollo de la planta que ofrezca mejores condiciones para el insecto. En el mismo sentido Prager, Butler, et al., (2014) indicaron que la edad del hospedero podría ser una variable que predispone para la aparición de un mayor o menor número de adultos. Esto se produce debido a que los estadíos más móviles del insecto como son los adultos se movilizan hacia brotes jóvenes por preferencias en la ingesta.

Por lo tanto, se podría indicar que la etapa predilecta para la alimentación de adultos de este insecto es la etapa de madurez de la planta. El pimiento es un cultivo bianual de ciclo corto que tiene varios ciclos de producción en un corto tiempo, lo que permite una población variable del insecto plaga. Por consiguiente, el control basado en la etiología del insecto y comportamiento alimenticio es complicado y requiere medidas adicionales (Tsagkarakis et al., 2012).

Por otra parte, Rubio et al. (2006) observaron que, cuando la temperatura aumenta incrementa el número de adultos. Así lo corrobora Velásquez y Reveles (2015) quienes mencionan que altas temperaturas y bajas precipitaciones coinciden con el incremento de

las poblaciones de adultos e incidencia del insecto. Así mismo, (Qing, 2017) utilizando el modelo Random Forest model, encontró que la presencia del psílido está relacionada con temperaturas promedio anuales más cálidas y precipitación moderada en meses específicos. A su vez, el mismo autor utilizó el modelo Maxent a través del cual estimó que bajas precipitaciones son coincidentes con la presencia del psílido. Se entiende que existe una influencia en las condiciones climáticas estacionales y la movilización del insecto, no obstante, el autor indica que la expansión de esta plaga debe ser estudiada más ampliamente.

Estos resultados son similares encontrados en la presente investigación debido a que cuando se presentó un ligero incremento en la temperatura (enero-febrero), y un descenso en la precipitación, el número de insectos de *B. cockerelli* aumentó drásticamente. Sin embargo, estos resultados no son totalmente concluyentes porque la temperatura y precipitación no son las únicas variables que modifican la respuesta en número de adultos (Velásquez y Reveles, 2015). Por otra parte, hay que considerar que Qing (2017) encontró que la respuesta del insecto a condiciones climáticas no es siempre igual, en algunos casos a pesar de existir altas precipitaciones el insecto no reduce su número. Incluso el autor afirmó que sus modelos son útiles únicamente para áreas geográficas específicas y se requiere estudiar su comportamiento a mayor profundidad.

#### 4.5 Clasificación de insectos por orden (entomofauna) colectados en trampas.

En esta variable se encontraron diferencias significativas en la interacción entre Localidad: Etapa fenológica: Orden ( $F= 2.09$ ;  $GL= 48,1189$ ;  $p= 0.0001$ ).

Tabla 7.

*Análisis de la varianza de la clasificación de insectos por orden recolectados en trampas.*

FV	GL	F	p
Localidad	2	0.68	0.5076
Etapa fenológica	3	0.36	0.7790
Orden	8	69.86	<0.0001
Localidad: Etapa fenológica	6	0.12	0.9943
Localidad: Orden	16	12.70	<0.0001
Etapa fenológica: Orden	24	3.51	<0.0001
Localidad:Etapa fenológica: Orden	48	2.09	0.0001

En el caso de Cuambo, se observó que el orden con mayor presencia de insectos, independientemente de las fases fenológicas evaluadas, fue Diptera. Este orden mostró un mayor número de individuos en la fase de cosecha con 5220. De la misma manera, en las tres primeras fases fenológicas del cultivo, sin hallar diferencias entre las mismas y con un promedio de 262, 841 y 2312 individuos en las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación. En la etapa de cosecha, esta población incrementó en un 125.77% (Anexo 3).

Con una menor cantidad de individuos, continua en secuencia el orden Thysanoptera, mismo que presentó una población promedio de individuos durante las tres primeras etapas fenológicas de 622, 1077 y 1887 para las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación., inferior a la encontrada en la etapa de cosecha con 3341 individuos, por 77.05%. No se observaron diferencias poblacionales en ninguna etapa del cultivo (Anexo 3).

El orden Hemiptera presenta un menor número de individuos que el anterior orden en todas las etapas fenológicas del cultivo, mostrando una mayor cantidad de individuos en la etapa de cosecha (1569 individuos), mayor por 62.75% al observado en las tres primeras fases fenológica. Durante las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación, la población se mantuvo con un promedio de 377, 1516 y 964 individuos (Anexo 3).

Adicionalmente, no se observaron diferencias entre los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata y Plasmatozoa, pues todos mostraron una población similar a lo largo de todas las etapas fenológicas del cultivo, con un promedio de 17,16, 1, 3, 5, 0 individuos correspondiente a cada orden (Anexo 3) (Figura 28).

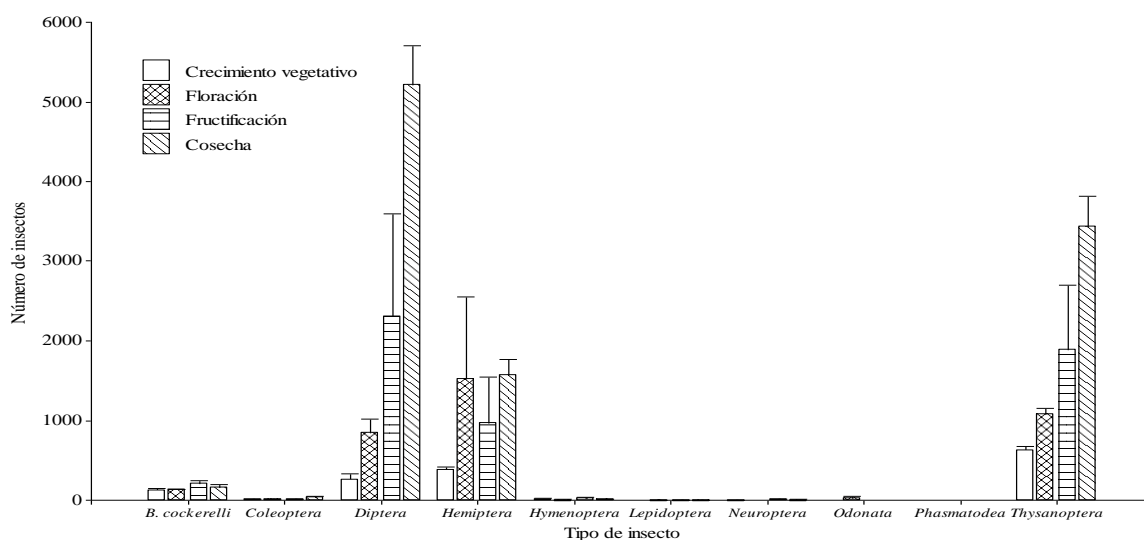


Figura 28. Clasificación de insectos por orden y etapa fenológica en el cultivo de pimiento en la localidad de Cuambo.

En el caso de Carpuela, se observó que el orden con mayor presencia de insectos, independientemente de las fases fenológicas evaluadas, fue Hemiptera. Este orden mostró un mayor número de individuos en las tres primeras fases fenológicas del cultivo, sin hallar diferencias entre las mismas y con un promedio de 37364., 33476 y 30080 individuos en las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación. En la etapa de cosecha, esta población bajó un 44.97% (Anexo 3).

Con una menor cantidad de individuos, continua en secuencia el orden Thysanoptera, mismo que presentó una población promedio de individuos durante las tres primeras etapas fenológicas de 368, 598 y 1624 para las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación., inferior a la encontrada en la etapa de cosecha con 1856 individuos, por 14.28%. En las tres primeras etapas del cultivo no se observaron diferencias poblacionales (Anexo 3).

El orden Diptera presenta un menor número de individuos que el anterior orden en todas las etapas fenológicas del cultivo, mostrando una mayor cantidad de individuos al momento de la cosecha (467 individuos), mayor por 234.40% al observado en las tres primeras fases fenológica. Durante las tres etapas fenológicas iniciales, la población se mantuvo con un promedio de 80, 99 y 144 individuos en las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación (Anexo 3).



Adicionalmente, no se observaron diferencias entre los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata y Plasmatoidea, pues todos mostraron una población similar a lo largo de todas las etapas fenológicas del cultivo, con un promedio de 7, 5, 0, 1, 0 y 0 individuos correspondiente a cada orden (Anexo 3). (Figura 29).

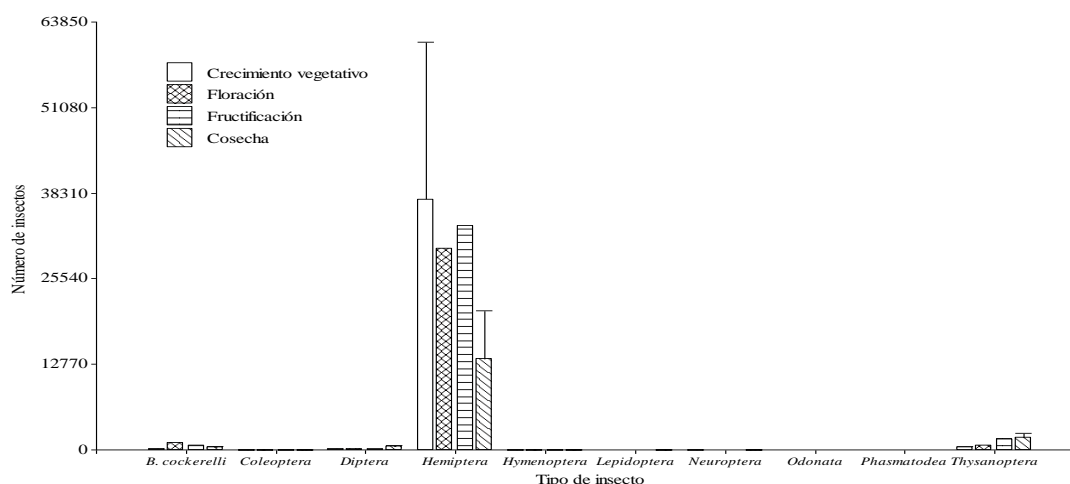


Figura 29. Clasificación de insectos por orden y etapa fenológica en el cultivo de pimiento en la localidad de Carpuela.

En el caso de Tumbatú, se observó que el orden con mayor presencia de insectos, independientemente de las fases fenológicas evaluadas, fue Thysanoptera, misma que presentó un promedio de 772, 1789 y 2032 individuos en las etapas de crecimiento vegetativo, fructificación y cosecha, sin hallar diferencias entre las mismas, inferior a lo encontrado en la etapa de floración. En esta etapa la población incrementó un 200.38% con 2319 individuos y descendió a la siguiente etapa en un 77.14% (Anexo 3).

Con una menor cantidad de individuos, continua en secuencia el orden Diptera, mismo que presentó una población promedio de individuos durante de 647, 1189 y 1028 para las etapas de crecimiento vegetativo, floración y cosecha., inferior a la encontrada en la etapa de fructificación con 2311 individuos, por 94.36% y disminuyó a la siguiente etapa en un 44.48% (Anexo 3).

El orden Hemiptera presenta un menor número de individuos que el anterior orden en todas las etapas fenológicas del cultivo, mostrando una mayor cantidad de individuos en la etapa de fructificación (726 individuos), mayor por 21.40% al observado en las dos primeras

fases fenológica. Durante las etapas de crecimiento vegetativo y floración, la población se mantuvo con un promedio de 238 y 598 individuos. En la etapa de cosecha esta población disminuyó en un 64.60% con 469 individuos (Anexo 3).

Adicionalmente, no se observaron diferencias entre los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata y Plasmatoidea, pues todos mostraron una población similar a lo largo de todas las etapas fenológicas del cultivo, con un promedio de 23, 8, 1, 8, 0 y 0 individuos correspondiente a cada orden (Anexo 3) (Figura 30).

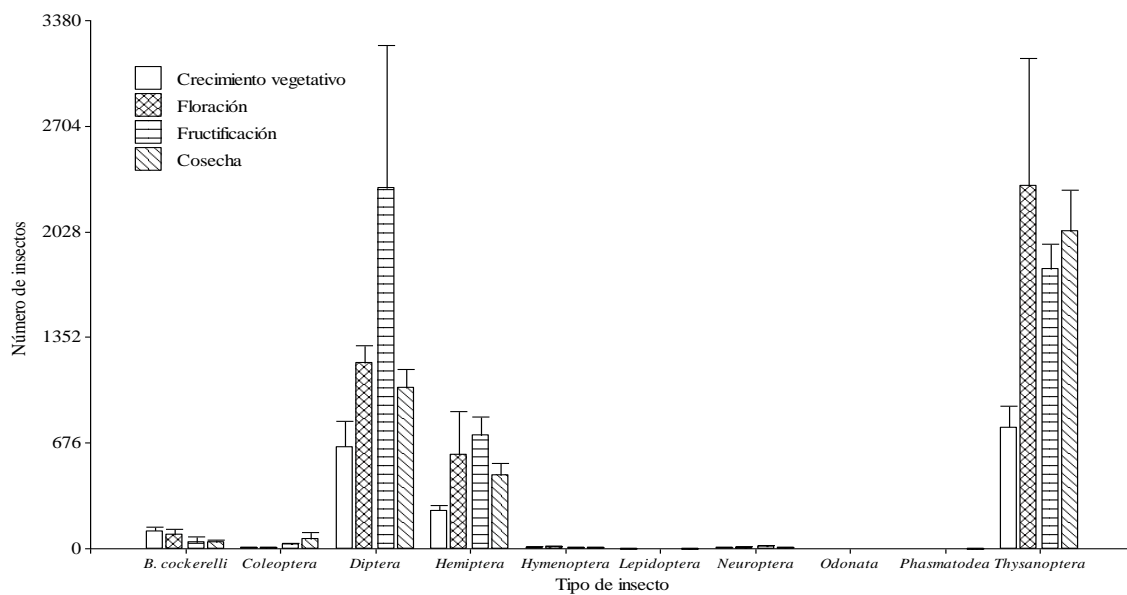


Figura 30. Clasificación de insectos por orden y etapa fenológica en el cultivo de pimiento en la localidad de Tumbatú.

#### 4.6 Entomofauna muestreada con red entomológica

En esta variable se encontraron diferencias significativas en la interacción entre Localidad: Orden ( $F = 29.65$ ;  $GL = 10,57$ ;  $p < 0.0001$ ). De la misma forma, se encontraron diferencias significativas para el factor Orden ( $F = 12.68$ ;  $GL = 5,57$ ;  $p < 0.0001$ ), y Localidad ( $F = 6.64$ ;  $GL = 2,57$ ;  $p = 0.0035$ ) (Tabla 8).

Tabla 8.

Análisis de la varianza para clasificación de artrópodos benéficos colectados con la red entomológica.

FV	GL	F	P
Localidad	2	6.64	0.0035
Orden	5	12.68	<0.0001
Localidad: orden	10	29.65	<0.0001

El orden que se presentó con mayor frecuencia en Tumbatú fue Díptera con 44.00 individuos; asimismo, en Carpuela el más prevalente fue Díptera con 18.00 individuos, este orden fue estadísticamente superior a los restantes en estas localidades. Por otra parte, en Cuambo tres órdenes fueron estadísticamente similares y de mayor prevalencia, siendo estos Hemiptera, Himenoptera y Díptera con 10.75, 8.25 y 6.25 individuos respectivamente (Figura 31).

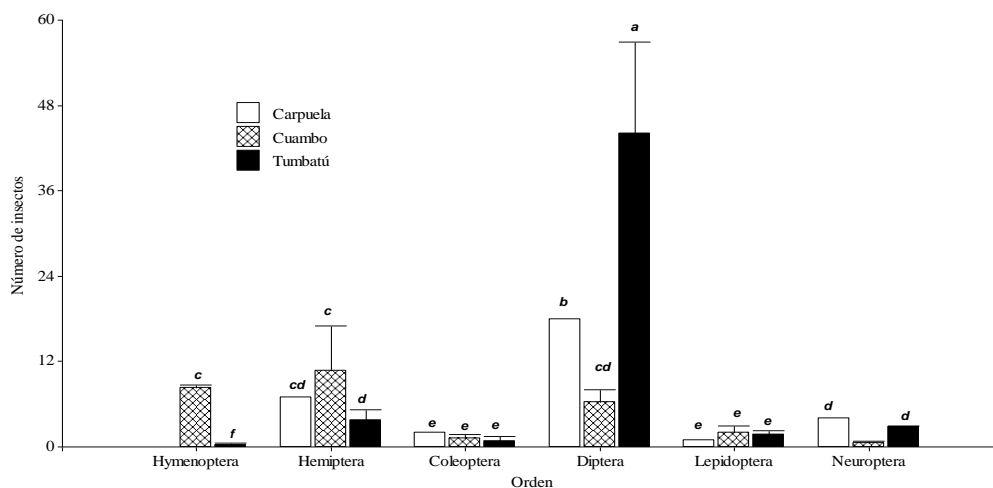


Figura 31. Clasificación de insectos recolectados con la red entomológica en el cultivo de pimiento en tres localidades del Valle del Chota.

Lozano-Gutiérrez et al., (2018) mencionan que los principales insectos plaga en el cultivo de *Capsicum annum* L. pertenecen a los órdenes Hemiptera, Coleóptera, Díptera y Lepidóptera. Además, determinaron que la diversidad de especies en cada orden depende de la variedad cultivo evaluada. El estudio mencionado muestra un número de individuos ligeramente mayor en cada muestreo a los encontrados en nuestra investigación para el orden Hemíptera, sin embargo, se encontraron valores menores para Díptera y Thysanóptera. Las diferencias encontradas pueden deberse al uso de una metodología diferente por parte de los

investigadores, estos utilizaron trampas específicas para cada orden, por lo tanto, se esperaría mayor captura de individuos.

Medina, (2020) estudió la entomofauna asociada a *Capsicum frutesces* L. contabilizó 4771 individuos correspondientes a 390 morfotipos pertenecientes a 75 familias de 16 órdenes (Acari, Araneae, Blattodea, Colembola, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Embioptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Psocoptera). Aunque esta autora no menciona el número de individuos por orden, se puede identificar que al menos se coincide con todos los órdenes encontrados en la presente investigación exceptuando Thysanoptera. La diferencia de resultados podría estar dada principalmente por el tipo de muestreo utilizado; Medina (2020) no utilizó trampas de color amarillo y menciona que existen diferencias entre los resultados obtenidos dependiendo de la trampa, siendo la más útil la trampa de luz.

Butler y Trumble, (2012) y Vereijssen,(2020) indican que los principales controladores biológicos de *B. cockerelli* pertenecen a los órdenes Diptera, Neuroptera, Linjphiidae, Coleoptera e Hymenoptera. Butler y Trumble, (2012) realizaron la identificación y evaluaron el impacto de los enemigos naturales de *B. cockerelli*, estos autores encontraron que los individuos que se encontraban en mayor medida en las solanáceas pertenecían al orden Hemiptera encontrando un máximo de 297 indivuos en tomate, 91 en pimiento, y 159 en papa.

El estudio mencionado fue realizado a nivel de especie lo cual les permitió identificar al menos dos especies de Hemipteros que eran biocontroladores (*O. tristicolor* y *G. pallens*). El otro orden de mayor predominancia fue Neuroptera que también es un controlador biológico de insectos plaga. Ellos concluyeron mediante la aplicación de modelos que el número de individuos de *B. cockerelli* tiene una correlación positiva significativa con la frecuencia en la cual se encuentran controladores biológicos.

Los órdenes identificados en la mencionada investigación coinciden con los que encontramos en nuestro estudio lo que se explica por la importancia de estos en la dinámica del cultivo de pimiento. Lastimosamente, nuestro estudio no identificó con claridad la

presencia de enemigos naturales a nivel de especie, por lo cual no se puede realizar una comparación más detallada con las investigaciones mencionadas.

Djipto-Lordon et al., (2014) determinaron la población de artrópodos asociados al cultivo de pimiento y encontró 28 especies y 7 órdenes predominantes. También lograron identificar que la abundancia de estos órdenes depende la variedad del cultivo, siendo Hemiptera el orden más importante en pimiento amarillo y rojo y el segundo en importancia en pimiento dulce. Los resultados de la presente investigación son coincidentes con aquellos reportados por Medina, (2020) ya que se logró identificar al menos 8 órdenes (Hemiptera, díptera, Thysanoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera y Odonata) son parte de la fauna artrópoda típica presente en cultivos de pimiento. Esto podría deberse a un proceso de coevolución entre las especies.

Por otro lado, el orden de mayor predominancia mencionado en las investigaciones mencionadas es Hemiptera, mismo que también se presentó con la frecuencia estadísticamente más alta en nuestra investigación. Los autores mencionan que este orden tiene como especies emblemáticas a insectos chupadores como *Bemisia tabaci* que son plagas de importancia económica en el cultivo de pimiento, y es por eso que su número es alto en el cultivo.

Cuando se menciona el efecto de las localidades en la incidencia de los órdenes de los insectos, se determinó que Carpuela presentó la más alta. El orden de mayor importancia aquí fue Hemiptera que como lo menciona Djipto-Lordon et al., (2014) son insectos chupadores con alta afinidad al cultivo de pimiento independientemente de la variedad plantada. Este alto número de insectos puede ser explicado desde el punto de vista del control, ya que en esta localidad el manejo de insecticidas fue ineficiente y al final de la campaña completamente inexistente. Esto genera consecuencias como el aumento de insectos plaga y aumento de la resistencia de ellos a la aplicación de insecticidas.

En referencia a las fases fenológicas nuestros resultados son similares con los Djipto-Lordon et al., (2014) ya que Hemiptera es el orden predominante en todas las fases de desarrollo del cultivo.

Por otra parte, Hemíptera, Diptera e Hymenoptera fueron predominantes en Cuambo posiblemente por mayor diversidad de individuos debido a la alta variedad de cultivos aledaños al lote en estudio. La mayor variedad de hospederos podría generar un aumento en la diversificación de insectos, consecuentemente, el número de órdenes esperados para esta localidad sería mayor (Murdoch, 1972; Siemann, Tilman, Haarstad, y Ritchie, 1998). Por otra parte, la presencia de Hymenoptera podría estar también relacionada a la diversidad vegetal y entomológica de la zona, ya que en muchos casos aquellos insectos encontrados en la revisión en el microscopio podrían ser identificados como enemigos naturales de plagas de estos cultivos. No obstante, esta afirmación debería ser demostrada mediante una investigación adicional, debido a que, nuestro estudio solo identificó a nivel de órdenes.

En el caso de Tumbatú, Díptera fue el orden de mayor prevalencia, probablemente exista un sesgo en el conteo de individuos debido a que el cultivo se encontraba ubicado cerca de plántales avícolas, en donde existe la presencia de estiércol, este material es un atrayente de moscas (De Oliveira et al., 2018). Al observar en el estereomicroscopio se verificó que no pertenecían a especies fitófagas, sino, únicamente *Musca domestica*. A su vez, para este mismo orden en Cuambo se constató que los artrópodos capturados tampoco fueron fitófagos, al contrario, se trataban de hematófagos de los cuales no se realizó la identificación taxonómica a nivel de especie. No obstante, autores como Djieto-Lordon et al., (2014) mencionan que también pueden ser considerados como insectos de tipo plaga del cultivo en la etapa de cosecha.

Djieto-Lordon et al., (2014) realizaron un análisis de la entomofauna en relación fases de desarrollo del cultivo. Los autores dividieron al cultivo en tres fases prefloración, floración y maduración; en cada una de estas fases el orden predominante fue Hemiptera. No obstante, los autores también mencionan la presencia de Lepidopteros y Dipteros en la etapa de maduración (cosecha y fructificación). Hemiptera también fue el insecto más frecuente estadísticamente en todas las fases de nuestra investigación. Esto se debe principalmente a la afinidad de este orden por alimentarse de las plantas solanáceas lo que ha sido (Butler y Trumble, 2012; Djieto-Lordon et al., 2014 y Medina, 2020). Por otra parte, podríamos también mencionar relevancia a los dípteros como especies que ovipositan en frutos y pueden aparecer como un orden importante en el monitoreo.

Finalmente, como lo menciona Medina, (2020) es necesario aclarar la importancia del tipo de muestreo en los resultados obtenidos. Al comparar la recolección de insectos mediante trampas y red entomológica se detectó que los órdenes Díptera y Hemiptera son los más frecuentemente encontrados con ambas metodologías; esto se debe a alta densidad de estos individuos en el cultivo.

Cabe recalcar que las trampas amarillas son el elemento más importante para monitoreo de especies entomológicas por la alta proporción de captura (Arismendi, Carrillo, Andrade, Riegel, y Rojas, 2009). Por otra parte, Reed, Adams, y Abel, (2010) señalan que las redes entomológicas son la técnica más adecuada para un muestreo de insectos de alta duración, incluso cuando es comparado con aspiradoras y aspiradoras de mano. De la misma manera, esta metodología debe ser complementada con examinación visual de las plantas y otro tipo de trampas.

Grootaert, (2010) señala que la eficiencia de la metodología de monitoreo es dependiente del orden de los insectos y en algunos casos incluso de la familia a la cual pertenecen. Por ejemplo, los métodos más eficientes para la captura de Hemíptera son las trampas de fatiga y la red entomológica complementada con otros métodos. A su vez, díptera es más eficientemente colectada mediante trampas de fatiga, red entomológica y trampas de luz. Finalmente, el método más eficiente para la captura de Coleóptera es dependiente de la familia.

Las diferencias encontradas en los dos métodos utilizados en la presente investigación podrían deberse a tiempo de aplicación de cada uno de ellos, porque las trampas amarillas se mantuvieron presentes a lo largo del experimento, mientras que la recolección de insectos con red entomológica se realizó únicamente dos veces en la etapa de floración, por un lapso de alrededor de una hora. Adicionalmente, las diferencias en el tipo de órdenes encontradas utilizando ambas metodologías podrían estar relacionadas con la especificidad de cada una de ellas y la hora del día en la cual se realizaron los muestreos, ya que el tipo de insectos capturado en la red entomológica es altamente dependiente del horario en el que se realiza el muestro (Grootaert, 2010; Reed et al., 2010)

## 4.7 Manejo químico

El análisis de tablas de contingencia indica que no existe asociación entre la Localidad e Ingrediente Activo (IA) ( $\chi^2= 169.06$ ;  $gl=156$ ;  $p=0.2245$ ). Por lo tanto, es posible indicar que el tipo de IA no incide en las poblaciones de insecto. Además, no se encontró asociación para los insecticidas por etapas fenológicas, para desarrollo vegetativo ( $\chi^2= 24.53$ ;  $gl=24$ ;  $p=0.4315$ ), floración ( $\chi^2= 13.87$ ;  $gl=16$ ;  $p=0.6086$ ), fructificación ( $\chi^2= 23.83$ ;  $gl=22$ ;  $p=0.3560$ ) y Cosecha ( $\chi^2= 46.48$ ;  $gl=54$ ;  $p=0.6899$ ).

En la etapa de desarrollo vegetativo se encontraron diferencias en el número de ingredientes activos (IA) utilizados en cada localidad. En Tumbatú se utilizaron siete IA siendo los de más frecuente uso Diazinon y Methomil con 22% del total de aplicaciones cada uno. Por otra parte, en Cuambo se utilizaron ocho IA siendo los más frecuentes Cartap Hydrochloride y Profenofos con 20% del total de aplicaciones cada uno. Finalmente, la localidad con menor número de IA utilizados fue Carpuela con tres ingredientes, siendo el más frecuente Imidacloprid con el 50% del total de aplicaciones (Figura 32).

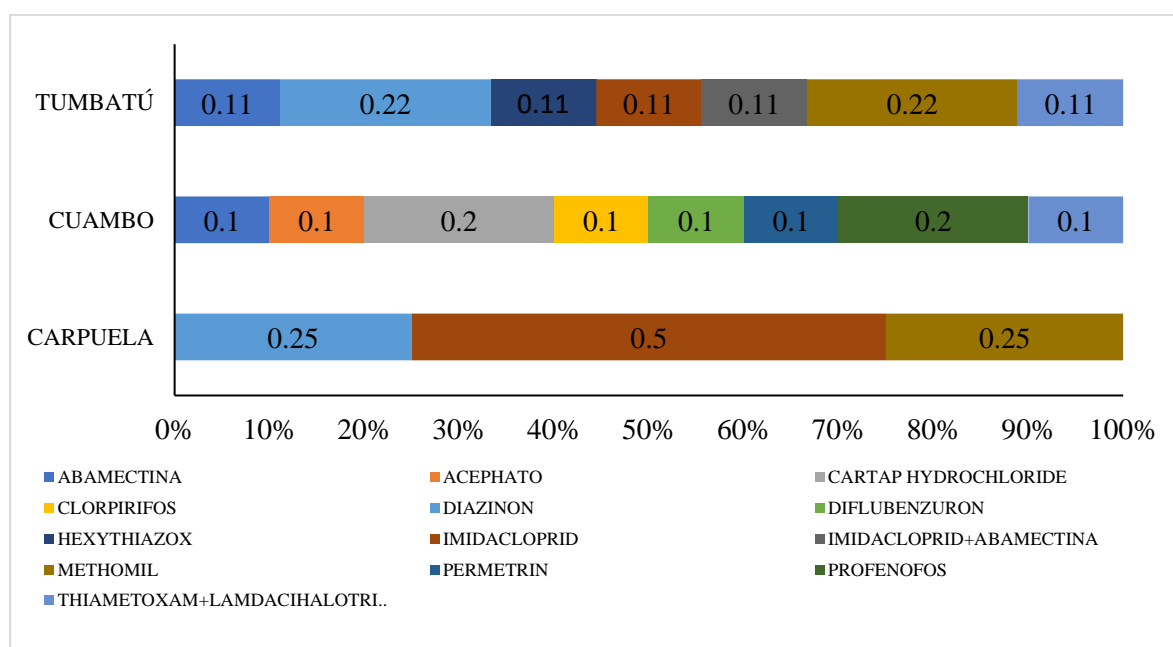


Figura 32. Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo de pimienta en las tres localidades del Valle del Chota.



En la etapa de floración se encontraron diferencias en el número de ingredientes activos (IA) utilizados en cada localidad. En Tumbatú se utilizaron cinco IA Abamectina, Acetamiprid, Diazinon, Imidacloprid+Abamectina e Imidacloprid+Lambdacihalotrina con un 20% del total de aplicaciones cada uno. De igual manera, en Cuambo se utilizaron cinco IA Acetamiprid, Clorpirifos, Diflubenzuron, Imidacloprid+Lambdacihalotrina y Thiametoxam+ Lambdacihalotrina con 20% del total de aplicaciones cada uno. Finalmente, la localidad con menor número de IA utilizados fue Carpuela con tres ingredientes Abamectina, Clorpirifos y Fipronil+Imidacloprid con el 33% del total de aplicaciones cada uno (Figura 33).

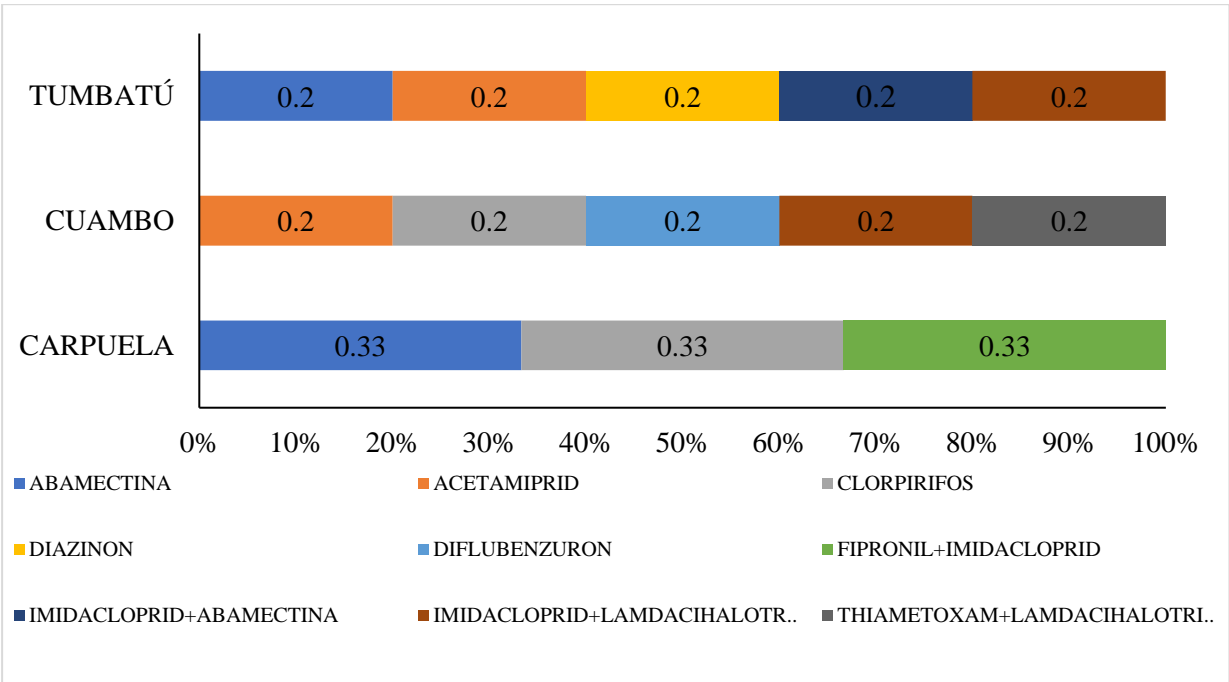


Figura 33. Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de floración del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota.

En la etapa de desarrollo fructificación se encontraron diferencias en el número de ingredientes activos (IA) utilizados en cada localidad. En Tumbatú se utilizaron seis IA Acetamiprid, Chlorfenapyr, Deltametrina, Diazinon, Diflubenzuron y Hexytirozcon con 17% del total de aplicaciones cada uno. Por otra parte, en Cuambo se utilizaron siete IA Abamectina, Acetamiprid, Imidacloprid, Permetrin, Profenofos y Spiromesifen con 17% del total de aplicaciones cada uno. Finalmente, la localidad con menor número de IA utilizados fue Carpuela un IA, Thiametoxam+Lambdacihalotrina representando el 100 % de las aplicaciones (Figura 34).

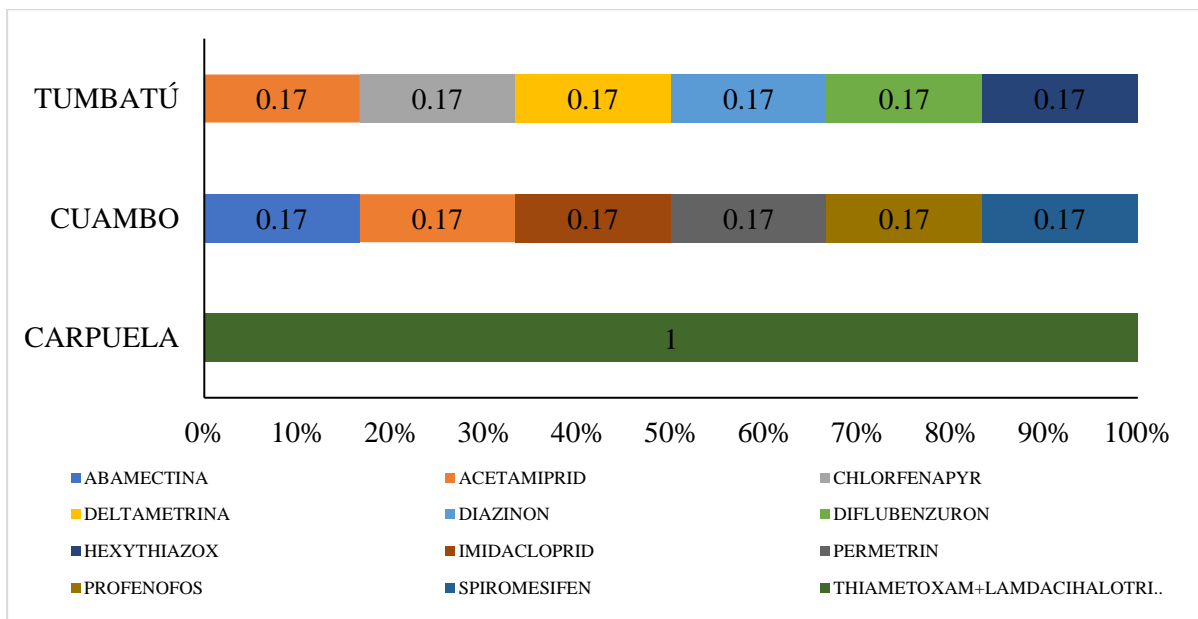


Figura 34. Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de fructificación del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota.

En la etapa de cosecha se encontraron diferencias en el número de ingredientes activos (IA) utilizados en cada localidad. En Cuambo se utilizaron veinticuatro IA siendo el más utilizado Abamectina con 14% del total de aplicaciones. Por otra parte, en Tumbatú se utilizaron diecinueve IA siendo los más utilizados Abamectina, Delthametrina, Diflubenzuron+ Lamdacihalotrina, Methomil y Thiametoxam+Lamdacihalotrina representando el 11% del total de aplicaciones cada uno. Finalmente, la localidad con menor número de IA utilizados fue Carpuela con cinco IA, siendo los más frecuentes Abamectina, Imidacloprid y Thiametoxam+Lamdacihalotrina con el 25% del total de aplicaciones cada uno (Figura 35).

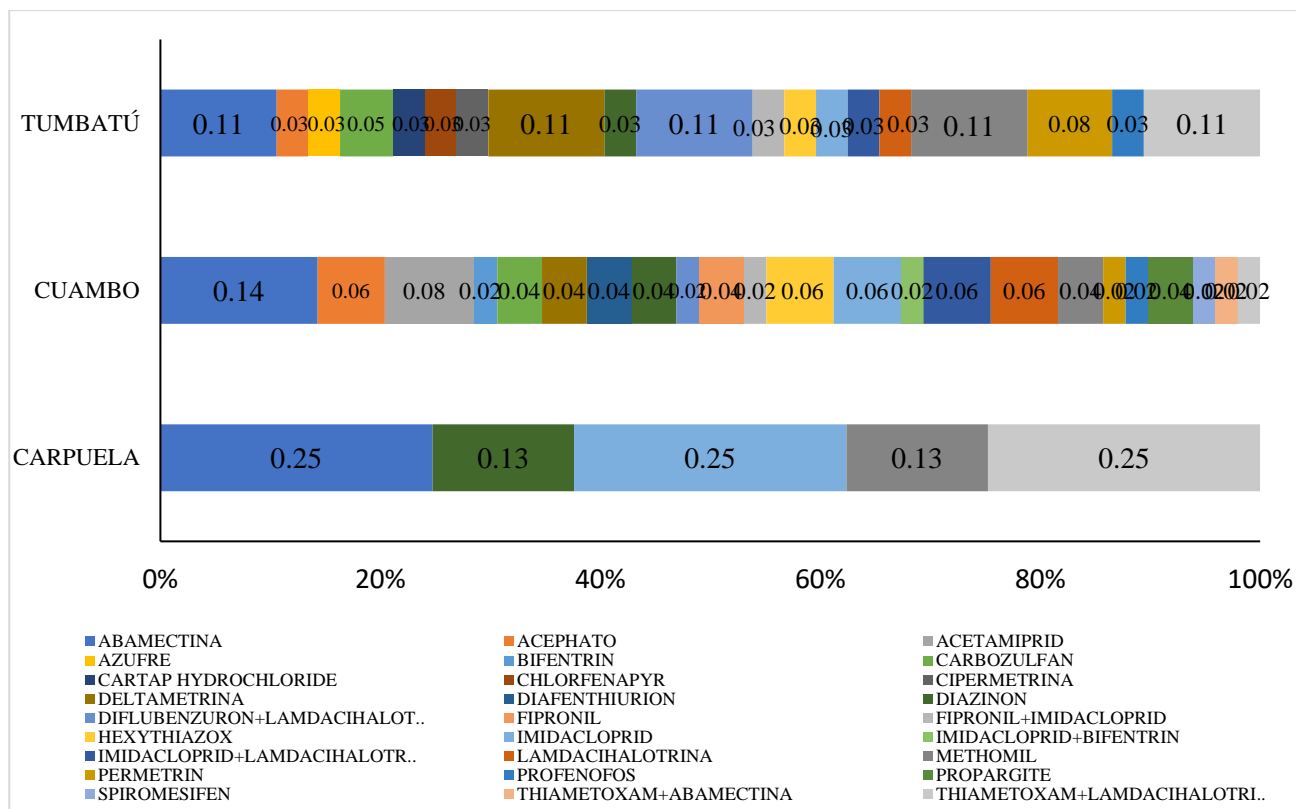


Figura 35. Rotación de ingredientes activos de insecticidas utilizados en la etapa de cosecha del cultivo de pimiento en las tres localidades del Valle del Chota.

Es importante mencionar que el manejo químico que realizó Carpuela difiere de las dos localidades restantes. La localidad de Carpuela utilizó seis IA a lo largo de toda la investigación, en donde el 100% tiene modo de acción sobre sistema nervioso o muscular pertenecientes a los grupos químicos 1, 3, 4, 6 y 22. Por otro lado, en la localidad de Cuambo se utilizaron 27 IA, en donde el 69.56% actuó sobre el sistema nervioso o muscular pertenecientes a los grupos químicos 1, 3, 4, 6 y 22, el 17.39% que alteran el crecimiento y desarrollo de los insectos pertenecientes al grupo químico 20 y finalmente el 13.04% actuando sobre la respiración del insecto. La localidad de Tumbatú manejó 22 IA, el 76.47% tiene modo de acción sobre el sistema nervioso, el 11.76% actúa sobre el crecimiento y desarrollo de la plaga, el 5.88 % actúa sobre la respiración y finalmente el 5.88% tiene modo de acción desconocido o indirecto.

La escasa rotación de productos fitosanitarios está altamente relacionada con el desarrollo de resistencia por parte del insecto plaga (Chávez et al., 2015; Prager, Vindiola, Kund, Byrne, y Trumble, 2013). Prager et al., (2013) realizó una investigación con el uso de

insecticidas sistémicos y encontró que poblaciones del insecto tratadas con Imidacloprid eran tres veces más tolerantes a la aplicación del insecto cuando este era el único ingrediente activo aplicado. Aplicar un mismo ingrediente activo o grupo de insecticidas puede generar resistencia, de tal forma que se debe aplicar dosis mucho más elevadas a las recomendadas. La aplicación de este conjunto de insecticidas mediante una rotación evita la generación de resistencia por parte de los insectos (Cardona, Yepes, y Cotes, 2010).

Adicionalmente, la utilización de moléculas que hayan sido usadas por tiempos prolongados en ciertas zonas de cultivo genera resistencia. Por ejemplo, abamectina podría generar resistencia cuando es aplicada en dosis altas y frecuentemente (Cerna, Ochoa, Aguirre, Flores, y Landeros, 2013). En esta investigación las diferencias encontradas entre localidades en el número de individuos presentes podrían estar relacionadas a la falta de rotación adecuada. Por ejemplo, el lote de Carpuela hacía uso de moléculas que el agricultor conocía y que habían sido exitosas en campañas anteriores. Esto podría haber generado tolerancia o resistencia en las poblaciones del insecto. Además, las casas comerciales que asesoraban al productor proporcionaban productos con diferente nombre comercial, pero con el mismo ingrediente activo. El productor de esta localidad utilizó seis ingredientes activos a lo largo de toda la campaña.

Al contrario, en Cuambo y Tumbatú utilizaron una rotación mucho más amplia de ingredientes activos, estas dos localidades realizaron aplicaciones cada ocho días. En el caso de Cuambo se utilizaron 27 rotaciones de ingredientes activos, en Tumbatú se utilizaron 22 rotaciones. Esto podría explicar las marcadas diferencias entre estas dos localidades en comparación con el lote de Carpuela.

Por otra parte, se podría entender que la aplicación de un insecticida sistémico puede afectar los hábitos alimenticios del insecto, debido a que el insecto deja de alimentarse o al menos disminuye su tasa de alimentación de plantas que han recibido la aplicación de estos productos. (Cerna et al., 2013) Boina, Onagbola, Salyani, y Stelinski, (2009) probaron esta teoría en el psílido de los cítricos, demostrando que existe alimentación diferencial cuando las plantas han sido tratadas con un neonicotenoide como el imidacloprid. Estos mismos autores concluyeron que la aplicación de un insecticida que disminuya o cambie los hábitos alimenticios de la plaga podrían disminuir la incidencia del agente causal del

enverdecimiento de los cítricos (HLB). El cambio en el comportamiento alimenticio del insecto fue también probado parcialmente por Prager et al., (2013), sin embargo, ellos detectaron que a pesar de este cambio de hábitos no influyó en la incidencia de Zebra chip en cultivos de papa.

Sin embargo, esto no puede ser tomado como una solución definitiva debido a que los insecticidas tienen efectos residuales perjudiciales para el ambiente. Por lo tanto, es necesaria el desarrollo de un manejo integrado (Covarrubias, Hinojosa, y Vázquez, 2013).

Las diferencias entre localidades pueden ser explicadas por el manejo del cultivo dado por el agricultor. En Carpuela se presentó mayor cantidad de huevos, ninfas y adultos esto podría ser ocasionado por la falta rotación de ingredientes activos, y grupos de insecticidas. Barrios-Díaz et al., (2016) indican que la utilización de insecticidas de forma adecuada en condiciones controladas puede generar una disminución en el número de ninfas.

## CAPÍTULO V

### 5.1 Conclusiones

- El nivel de infestación de los estadíos huevos y ninfas de *B. cockerelli* se presentan en mayor proporción en la localidad de Carpuela, seguido de Cuambo y finalmente la de menor número de individuos es Tumbatú. Las etapas fenológicas con mayor presencia de esta plaga fueron fructificación y cosecha en todas las localidades.
- Carpuela presentó una temperatura mínima de 8.64 y una máxima de 21.96°C, Cuambo 10.91 y 25.72°C y Tumbatú 5.31 y 21.3°C respectivamente, sugiriendo que la temperatura podría influir en el menor número de individuos encontrados en Tumbatú.
- La práctica cultural manejada a lo largo del estudio fue el aporque, seguido de la aplicación de productos químicos. Carpuela utilizó seis IA a lo largo de toda la investigación, en donde el 100% tiene modo de acción sobre sistema nervioso o muscular. Por otro lado, en la localidad de Cuambo se utilizaron 27 IA, en donde el 69.56% actuó sobre el sistema nervioso o muscular, el 17.39% que alteran el crecimiento y desarrollo de los insectos y 13.04% actuando sobre la respiración del insecto. Finalmente, la localidad de Tumbatú manejó 22 IA, el 76.47% tiene modo de acción sobre el sistema nervioso, el 11.76% actúa sobre el crecimiento y desarrollo de la plaga, el 5.88 % actúa sobre la respiración y finalmente el 5.88% tiene modo de acción indirecto.

## 5.2 Recomendaciones

- Se debería realizar el monitoreo de entomofauna a nivel de especies para la identificación de enemigos naturales de *B. cockerelli*. De esta forma, se podría identificar la dinámica poblacional de artrópodos benéficos para posteriormente generar estrategias de control mediante un manejo integrado de plagas.
- Evaluar en cámaras de crecimiento con temperaturas controladas los ciclos de desarrollo de la plaga.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, N. M. M. (2008). Life history of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in Controlled Environment agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research*, 3(January), 60–67. Retrieved from [http://www.academicjournals.org/article/article1380877920\\_Abdullah.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1380877920_Abdullah.pdf)
- Alarcón, N., Lozoya, H., y Valadez, E. (2009). Caracterización de ADN de clones de papa e identificación de fitoplasmas asociados al síndrome de la punta morada. *Agrociencia*, 43(4), 357–370.
- Arismendi, N., Carrillo, R., Andrade, N., Riegel, R., y Rojas, E. (2009). Evaluación del color y la posición de trampas en la captura de cicadélidos en *Gaultheria phillyreifolia* (Ericaceae) afectadas por fitoplasmas. *Neotropical Entomology*, 38(6), 754–761. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000600008>
- Arnaldo, P. S., Gonzalez, D., Oliveira, I., van Langevelde, F., y Wynhoff, I. (2014). Influence of host plant phenology and oviposition date on the oviposition pattern and offspring performance of the butterfly *Phengaris alcon*. *Journal of Insect Conservation*, 18(6), 1115–1122. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9721-x>
- Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución de la República del Ecuador*. , (2008). Montecristi.
- Barrios-Díaz, B., Arellano-Fuentes, M. E., Vázquez-Huerta, G., Manuel, Barrios-Díaz, J. M., Berdeja-Arbeu, R., y Hernández-Tapia, M. del R. (2016). Control alternativo de paratiroza ( *Bactericera cockerelli* Sulc.) en chile serrano( *Capsicum annum* L.). *Entomología Mexicana*, 3(2014), 146–152.
- Boina, D. R., Onagbola, E. O., Salyani, M., y Stelinski, L. L. (2009). Antifeedant and sublethal effects of imidacloprid on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. *Pest Management Science*, 65(8), 870–877. <https://doi.org/10.1002/ps.1767>
- Bolanos, C., Gallegos, P., Ochoa, J. B., Insuasti, M., Bonilla, V., Rivadeneira, J., ... Cuesta, X. (2019). Potato purple top , Lethal wilt of oil palm , and Papaya twisted neck syndrome : Phytoplasma-associated diseases in Ecuador. *Biotecnología Vegetal*, 19(1), 15–24.
- Buchman, J. L., Sengoda, V. G., y Munyaneza, J. E. (2011). Vector Transmission Efficiency of *Liberibacter* by *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Trioziidae) in Zebra Chip Potato Disease: Effects of Psyllid Life Stage and Inoculation Access Period. *Journal of Economic Entomology*, 104(5), 1486–1495. <https://doi.org/10.1603/ec11123>



- Buñay, C. (2017). *Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (Capsicum annuum. l) var. verde, bajo las condiciones climáticas del cantón General Antonio Elizalde (Bucay) provincia del Guayas.* 61. Retrieved from [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis 024 Ingeniería Agropecuaria - Buñay Christian - cd 024.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis_024_Ingeniería_Agropecuaria_-_Buñay_Christian_-_cd_024.pdf)
- Burckhardt, D., y Lauterer, P. (1997). A taxonomic reassessment of the triozid genus bactericera (Hemiptera: Psylloidea). *Journal of Natural History*, 31(1), 99–153. <https://doi.org/10.1080/00222939700770081>
- Butler, C. D., y Trumble, J. T. (2012). Identification and impact of natural enemies of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 105(5), 1509–1519. <https://doi.org/10.1603/EC12051>
- Caicedo, J., Crizón, M., Pozo, A., Cevallos, A., Simbaña, L., Rivera, L., y Arahana, V. (2015). First report of ' Candidatus Phytoplasma aurantifolia' (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador . *New Disease Reports*, 32, 20. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2015.032.020>
- Capinera, J. L. (2005). Encyclopedia of entomology. In U. of Florida y J. L. Capinera (Eds.), *Choice Reviews Online* (2nd ed., Vol. 42). Estados Unidos. <https://doi.org/10.5860/choice.42-4375>
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides , environment , and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
- Casilimas, H., Monsalve, O., Bojacá, C. R., Gil, R., Villagrán, E., Arias, L. A., y Fuentes, L. S. (2012). *Manual De Producción De Pimentón Bajo Invernadero.*
- Castillo, C. (2016). *Psyllid ecology and biodiversity in the pacific northwest* (Vol. 23). Washington State University.
- Castillo, C., Fu, Z., y Burckhardt, D. (2019). First record of the tomato potato Psyllid *Bactericera Cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 72(1), 85–91.
- Castillo, C., Fu, Z., Snyder, W., y Jensen, A. (2017). El psílido de la papa *Bactericera cockerelly* (Hemíptera: Triozidae) y sus enemigos naturales. *VII CONGRESO ECUATORIAANO DE LA PAPA*, 16, 35.
- Castillo, C., Paltrinieri, S., Bustamante, J. B., y Bertaccini, A. (2018). Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, 47(3), 311–315. <https://doi.org/10.1007/s13313-018-0557-9>

- Centro Internaciona de la Papa. (2002). *Plaguicidas Impactos en producción salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador* (Abya-Yala; C. Crissman, D. Yanggen, y P. Espinosa, Eds.). Quito.
- Cerna, E., Hernández, O., Ochoa, Y. M., Landeros, J., Aguirre, L., y Hernández, A. (2018). Morfometría de inmaduros y tablas de vida de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) de poblaciones del noreste de México. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 53–60. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6543>
- Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L. A., Flores, M., y Landeros, J. (2013). Determinación de la resistencia a insecticidas en cuatro poblaciones del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* ( Sulc .) ( Hemiptera : Triozidae ) Determination of insecticide resistance in four populations of potato psillid *Bactericera cockerelli* (Su. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 9457(82), 63–68.
- Chávez, E. C., Bautista, O. H., Flores, J. L., Uribe, L. A., y Fuentes, Y. M. O. (2015). Insecticide-Resistance Ratios of Three Populations of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae) in Regions of Northern Mexico . *Florida Entomologist*, 98(3), 950–953. <https://doi.org/10.1653/024.098.0322>
- Choudhary, J. S. (2019). *Insect pest modelling in reference to climate change projections for adapting better management practices*. 834010, 114–118.
- Cobeña, G. (2015). *Respuesta del pimiento (Capsicum annum L.) a seis dosis de bioinsecticida de cedro rojo (Cedrela odorata) para el control del pulgón verde (Myzus persicae)*. Universidad de Guayaquil.
- Condolo, J. (2017). *Determinar los requerimientos hídricos de pimiento (Capsicum annum), mediante el limímetro volumétrico en el sector de San José perteneciente al sistema de riego Campana Malacatos*. Universidad Nacional de Loja.
- Córdoba, V. (2019). *Control de la Bactericera cockerelli (paratrioza) en campo en el Cantón Montúfar, Provincia del Carchi*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. (2014). *Modelo productivo del cultivo de pimentón bajo condiciones protegidas en el oriente Antioqueño*. Medellín.
- Crawford, D. (1991). *American Psyllidae III (Trioziinae)*.
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., y Castillo, C. (2018). Guía De Manejo De La Punta Morada De La Papa. In *Iniap-Estación Experimental Santa Catalina* (Vol. 1). Quito. <https://doi.org/84-7114-468-9>

- De Oliveira, T. M., Teixeira, C. M., Araujo, I. D. L., Rezende, L. D. C., Cunha, L. M., Filho, R. P. D. L. C., ... Silva, M. X. (2018). Epidemiological characterization and risk assessment associated with the presence of Diptera order in laying poultry farms. *Acta Scientiae Veterinariae*, 46(1), 1–8. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.83468>
- Djipto-Lordon, C., Heumou, C., Elono Azang, P., Alene, C., Ngueng, A., y Ngassam, P. (2014). Assessment of pest insects of *Capsicum annum* L.1753 (Solanaceae) in a cultivation cycle in Yaoundé. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(2), 621. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i2.20>
- Duque, J., González, S., Galeas, M., y Guallichicomin, T. (2015). *Memoria Técnica Cantón Pimampiro/Bloque 1.6*. Pimampiro.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization EPPO. (2013). *Bactericera cockerelli*. In *EPPO Bulletin* (Vol. 43). <https://doi.org/10.1111/epp.12044>
- García, E. (2012). *Proporción de Resistencia de Bactericera cockerelli (Sulc) en la Zona Papera de Coahuila y Nuevo León a Tres Insecticidas Convencionales*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Goolsby, J. A., Adamczyk, J., Bextine, B., Lin, D., Munyaneza, J. E., y Bester, G. (2007). Development of an IPM program for management of the potato psyllid to reduce incidence of zebra chip disorder in potatoes. *Subtropical Plant Science*, 59(January 2007), 85–94. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/252750425>
- Grootaert, P. (2010). Sampling insects : general techniques , strategies and remarks by. In J. Eymann, J. Degreef, J. Häuser, C. Monje, Y. Samyn, y D. Vanden Spiegel (Eds.), *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring*. (pp. 377–399). Belgium: Abc Taxa.
- Guato, M. (2017). *Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (capsicum annum l.) A las condiciones agroclimáticas de la Comunidad la Clementina, parroquia Pelileo, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua*” (Universidad Técnica de Ambato). Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24996/1/Tesis-147> Ingeniería Agronómica -CD 459.pdf
- Gutiérrez, J., Bloom, E., Wohleb, C., Wenninger, E., Rondon, S., Jensen, A., ... Crowder, D. (2020). Landscape structure and climate drive population dynamics of an insect vector within intensely managed agroecosystems. *Ecological Applications*, 30(5), 1–13. <https://doi.org/10.1002/eap.2109>

- Henne, D., Workneh, F., y Rush, C. (2012). Spatial patterns and spread of potato zebra chip disease in the Texas panhandle. *Plant Disease*, 96(7), 948–956. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-11-0805-RE>
- Horner, J. D., y Abrahamson, W. G. (1992). Influence of plant genotype and environment on oviposition preference and offspring survival in a gallmaking herbivore. *Oecologia*, 90(3), 323–332. <https://doi.org/10.1007/BF00317688>
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC. (2019). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria*. Quito.
- Kipsang, S. (2016). *Effect of temperature on the synchrony of stem borer pests and their associated larval parasitoids*. University of Nairobi.
- Lewis, O. M., Heinz, K. M., Michels, G. J., Pierson, E. A., y Ragsdale, D. W. (2014). *THE TEMPERATURE DEPENDENT DEVELOPMENT OF BACTERICERA*. Texas A&M University.
- Licona, V. (2009). *Problemática de La Paratrioza cockerelli (Sucl.) (Bactericera cockerilli) en el cultivo de papa y tomate*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- Lincona, V. (2009). *Problemática de La Paratrioza cockerelli (Sucl.) (Bactericera cockerilli) en el cultivo de papa y tomate*. Universidad Autónoma Agraria de Antonio Narro.
- Lozano-Gutiérrez, J., Salas-Montes, J. M., España-Luna, M. P., Lara-Herrera, A., Balleza-Cadengo, J., y Martínez-Contreras, C. A. (2018). ENTOMOFAUNA ASOCIADA A SEIS TIPOS DE CHILE ( *Capsicum annum* L) EN MORELOS, ZACATECAS, MÉXICO. *Entomología Mexicana*, 5(1), 95–99.
- Medina, M. (2020). *Entomofauna asociada al ají tabasco (Capsicum frutescens L.) en épocas húmeda y seca*. Universidad nacional de San Martín-Tarapoto.
- Merbein, C., Price, C., Munns, R., Biology, P., y Industry, C. P. (2015). *-Growth analysis : a quantitative approach*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería Costa Rica MAG. (2010). *SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de Paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.)*. Costa Rica.
- Mopper, S., y Simberloff, D. (1995). Differential herbivory in an oak population: The role of plant phenology and insect performance. *Ecology*, 76(4), 1233–1241. <https://doi.org/10.2307/1940930>
- Moreno, A. (2015). *Respuesta del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) var. Nathalie*

- bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de lactofermentos*. Universidad Central del Ecuador.
- Murdoch, W. (1972). DIVERSITY AND PATTERN IN PLANTS AND INSECTS'. *Ecology*, 53(5), 819–829.
- Murphy, A., Rondon, S., y Jensen, A. (2013). *First Report of Potato Psyllids , Bactericera cockerelli , Overwintering in the Pacific Northwest*. 294–296. <https://doi.org/10.1007/s12230-012-9281-0>
- Nacional Asamblea. *Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria*. , (2017). Quito.
- Naegele, R. P., Tomlinson, A. J., y Hausbeck, M. K. (2015). Evaluation of a Diverse , Worldwide Collection of Wild , Cultivated , and Landrace Pepper ( *Capsicum annuum* ) for Resistance to Phytophthora Fruit Rot , Genetic Diversity , and Population Structure. *Phytopathology*, 105(1), 110–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-14-0031-R>
- OIRSA. (2015). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera:Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA (Primera)*. México, D.F.: Corporativo Editorial Tauro S.A. de C.V.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA. (2015). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia de manejo integrado de plagas en la región del OIRSA (C. E. T. S. A. DE C.V., Ed.)*. México D.F.
- Pacheco-Cobarrubias, J., Suárez-Beltran, A., y Valenzuela-Valenzuela, J. (2014). Comportamiento regional de *Bactericera cockerelli* (SULC) (HOMOPTERA: TRIOZIDAE) en solanáceas cultivadas en el sur de Sonora. *Entomología Mexicana*, 1(1), 639–644.
- Prager, S. M., Butler, C. D., y Trumble, J. T. (2014). A binomial sequential sampling plan for *bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) in *solanum lycopersicum* (Solanales: Solanaceae). *Journal of Economic Entomology*, 107(2), 838–845. <https://doi.org/10.1603/EC13328>
- Prager, S. M., Lewis, O., Michels, J., y Nansen, C. (2014). The influence of maturity and variety of potato plants on oviposition and probing of *bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Environmental Entomology*, 43(2), 402–409.

<https://doi.org/10.1603/EN13278>

- Prager, S. M., y Trumble, J. T. (2018). Psyllids: Biology, Ecology, and Management. In *Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato* (pp. 163–181). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802441-6.00007-3>
- Prager, S. M., Vindiola, B., Kund, G. S., Byrne, F. J., y Trumble, J. T. (2013). Considerations for the use of neonicotinoid pesticides in management of *Bactericera cockerelli* (Šulk) (Hemiptera: Triozidae). *Crop Protection*, *54*, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.08.001>
- Puketapu, A., y Roskrige, N. (2011). The tomato-potato psyllid lifecycle on three traditional Maori food sources. *Agronomy New Zealand*, *41*, 167–163.
- Qing, X. (2017). *Analysis of historical and current distribution of potato psyllid (Bactericera cockerelli) and the induced plant disease psyllid yellows , in relation to standard climate indices*. University of Lethbridge.
- Ramírez, G. M., Santamaria, C. E., Mendez, R. J. S., Rios, F. J. L., Hernandez, S. J. R., y Pedro, M. J. G. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratriozae (*Bactericera cockerelli* B. y L.) (Homoptera: Triozide) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*, (76), 47–56.
- Reed, J. T., Adams, L. C., y Abel, C. A. (2010). Comparison of three insect sampling methods in sweetpotato foliage in Mississippi. *Journal of Entomological Science*, *45*(2), 111–128. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-45.2.111>
- Reveles, L., Salas, S., Castañeda, L., y Mauricio, J. (2018). *Fitoplasmas en el cultivo de tomatillo ( Physalis ixocarpa Brot . ex Hornem ) en Zacatecas* (I). México D.F.
- Rubio, O., Almeyda, I., Ireta, J., Sánchez, J., Fernández, R., Borbón, J., ... Cadena, M. (2006). Distribución de la punta morada y “*Bactericera cockerelli*” Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica En México*, *32*(2), 201–211.
- Rubio, O., Cadena, M., y Vázquez, G. (2013). *Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México*. Metepec. <https://doi.org/10.13140/2.1.3912.0967>
- Sétamou, M., Sanchez, A., Patt, J. M., Nelson, S. D., Jifon, J., y Louzada, E. S. (2012). Diurnal Patterns of Flight Activity and Effects of Light on Host Finding Behavior of the Asian Citrus Psyllid. *Journal of Insect Behavior*, *25*(3), 264–276. <https://doi.org/10.1007/s10905-011-9295-3>
- Siemann, E., Tilman, D., Haarstad, J., y Ritchie, M. (1998). Experimental tests of the

- dependence of arthropod diversity on plant diversity. *American Naturalist*, 152(5), 738–750. <https://doi.org/10.1086/286204>
- Sporleder, M., Tonnang, H., Carhuapoma, P., Gonzales, J., Juarez, H., y Krowchel, J. (2013). Insect Life Cycle Modelling (ILCYM) Software—A New Tool for Regional and Global Insect Pest Risk Assessments under Current and Future Climate Change Scenarios. In *Potential invasive pests of agricultural crops* (p. 412). Lima.
- Suquilanda, M. (1995). *Agricultura orgánica: alternativa tecnológica del futuro* (Primera). Quito: Fundación para el desarrollo agropecuario.
- Tamborindeguy, C., Huot, O. B., Ibanez, F., y Levy, J. (2017). The influence of bacteria on multitrophic interactions among plants, psyllids, and pathogen. *Insect Science*, 24(6), 961–974. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12474>
- Thinakaran, J., Horton, D. R., Rodney Cooper, W., Jensen, A. S., Wohleb, C. H., Dahan, J., ... Munyaneza, J. E. (2017). Association of Potato Psyllid (*Bactericera cockerelli*; Hemiptera: Triozidae) with *Lycium* spp. (Solanaceae) in Potato Growing Regions of Washington, Idaho, and Oregon. *American Journal of Potato Research*, 94(5), 490–499. <https://doi.org/10.1007/s12230-017-9586-0>
- Toledo, M. (2016). *Manejo de la paratrioza (Bactericera cockerelli) en el cultivo de papa*. Tegucigalpa.
- Tran, L., Worner, S., Hale, R., y Teulon, D. (2012). Estimating development rate and thermal requirements of *bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) reared on potato and tomato by using linear and nonlinear models. *Environmental Entomology*, 41(5), 1190–1198. <https://doi.org/10.1603/EN12124>
- Tsagkarakis, A. E., Rogers, M. E., y Spann, T. M. (2012). Applications of plant growth regulators to container-grown citrus trees affect the biology and behavior of the Asian citrus psyllid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 137(1), 3–10. <https://doi.org/10.21273/jashs.137.1.3>
- Tucuch-Haas, J., Rodriguez, J., Lagunes, A., Silva, G., Aguilar, S., Robles, A., y Gonzalez, J. (2010). Toxicidad de Spiromesifen en los Estados Biológicos de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Neotropical Entomology*, 39(3), 436–440.
- Van Asch, M., Julkunen-Tiito, R., y Visser, M. E. (2010). Maternal effects in an insect herbivore as a mechanism to adapt to host plant phenology. *Functional Ecology*, 24(5), 1103–1109. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01734.x>
- Vega, M., Rodríguez, J., Díaz, O., Bujamos, R., Mota, D., Martínez, J., ... Garzón, J. (2008).

- Susceptibility to insecticides in two Mexican populations of tomato-potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia*, 42(4), 463–471.
- Velázquez, R., Reveles, L., Mena, J., Salas, S., y Mauricio, J. (2014). Outbreak of *Candidatus Liberibacter Solanacearum* in dried chile pepper in Durango, Mexico. *Agrofaz*, 14, 93–98.
- Velásquez, R., Reveles, L., Mena, J., Salas, S., y Mauricio, J. (2014). Outbreak of *Candidatus Liberibacter Solanacearum* in dried chile pepper in Durango, México. *Agrofaz*, 14(3), 93–104.
- Velásquez, R., y Reveles, R. (2015). Infestación natural de *Bactericera cockerelli* Sulc. en colectas de chile para secado Ancho y Mirasol en Zacatecas, México. *Journal of Environmental and Agroecological Sciences*, 15, 57–61.
- Vereijssen, J. (2020). Ecology and management of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in New Zealand. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 333–337. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62641-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62641-9)
- Vereijssen, J., Smith, G. R., y Weintraub, P. G. (2018). *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and *Candidatus liberibacter solanacearum* in potatoes in New Zealand: Biology, transmission, and implications for management. *Journal of Integrated Pest Management*, 9(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmy007>
- Wenninger, E., Dahan, J., Thomson, M., y Karasev, A. (2019). Asociaciones del Psyllid de la papa y el "Candidatus *Liberibacter solanacearum* "en Idaho con la planta no cultivada de plantas hospederas, agridulce Nightshade y Field Bindweed. *Entomología Ambiental*, (1938–2936).
- Wylie, R. (2001). Plague, pestilence and plantations. *Tropical Forest Update*, 11(3), 6:11.
- Yang, X.-B., y Liu, T.-X. (2009). Life History and Life Tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae ) on Eggplant and Bell Pepper. *Environmental Entomology*, 38(6), 1661–1667. <https://doi.org/10.1603/022.038.0619>
- Yang, X.-B., Zhang, Y. M., Henne, D. C., y Liu, T. X. (2013). Life tables of *bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) on tomato under laboratory and field conditions in Southern Texas. *Florida Entomologist*, 96(3), 904–913. <https://doi.org/10.1653/024.096.0326>
- Yang, X.-B., Zhang, Y. M., Hua, L., y Liu, T. X. (2010). Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) on potato under laboratory and field conditions in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Journal of Economic Entomology*,



103(5), 1729–1734. <https://doi.org/10.1603/EC10083>

Yilmaz, S., Kemal, B., y Khaled, C. (2019). Molecular characterization of phytoplasma diseases of pepper in Turkey. *Journal of Phytopathology*, 00(January), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jph.12820>

## ANEXOS

Anexo 1. Plantilla para la toma de datos del monitoreo de *Bactericera cockerelli* Šulc.

Ubicación del lote					
Provincia		Cantón		Parroquia	
Localidad			Agricultor		
Latitud		Longitud		Altitud	
Datos generales del lote					
Fecha de siembra	Cultivo anterior		Étapa fenológica	Variedad	
Riego	Si ( ) No ( )	Frecuencia	Precipitación	Si ( ) No ( )	Frecuencia
Pendiente	Quebrada ( )	Ondulada ( )		Plano ( )	

Controles fitosanitarios			
Fecha de aplicación	Ingredientes activos	Dosis	Cantidad utilizadas

**Cultivos alrededor del lote (Por favor realice un croquis del lote y señale los cultivos alrededor de este)**

Monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i>			
Fecha de evaluación		Días desde el inicio del monitoreo	

Planta Número	Número de Ninfas/planta						Número de huevos planta/5min
	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3	Hoja 4	Hoja 5	Hoja 6	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

**Observaciones:**

---



---



---



---



---

## Anexo 2. Carta compromiso de los agricultores con la investigación

Imbabura, Ibarra, 24 de septiembre del 2019

### CARTA DE ACEPTACIÓN DE COLECTA

Yo, (Nombre del productor), ciudadano ecuatoriano, con cédula No. ID....., dueño de (Hacienda, lote, terreno) ubicado en la Provincia, Cantón, Parroquia, acepto que investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP y de la Universidad Técnica del Norte, ingresen a mi propiedad para realizar la colecta de (insectos, plantas) para los fines que crean pertinentes.

Atentamente:

---

Nombre del productor

ID.....

Anexo 3. Efecto de localidad, etapa fenológica y orden en la entomofauna colectada en trampas en la investigación de la dinámica poblacional de *B. cockerelli* En el Valle del Chota.

Localidad	Etapa fenológica	Orden	Número de individuos	Rango			
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Hemiptera	37364.00	A			
Carpuela	Fructificación	Hemiptera	33476.00	A			
Carpuela	Floración	Hemiptera	30080.00	A			
Carpuela	Cosecha	Hemiptera	13528.60	B			
Cuambo	Cosecha	Diptera	5220.18	C			
Cuambo	Cosecha	Thysanoptera	3441.12	C			
Tumbatú	Floración	Thysanoptera	2319.50	C	D		
Cuambo	Fructificación	Diptera	2312.00	C	D		
Tumbatú	Fructificación	Diptera	2311.00	C	D		
Tumbatú	Cosecha	Thysanoptera	2032.38	C	D		
Cuambo	Fructificación	Thysanoptera	1887.50	C	D	E	
Carpuela	Cosecha	Thysanoptera	1856.40	C	D	E	
Tumbatú	Fructificación	Thysanoptera	1789.50	C	D	E	
Carpuela	Fructificación	Thysanoptera	1624.00	C	D	E	F
Cuambo	Cosecha	Hemiptera	1569.59	C	D	E	F
Cuambo	Floración	Hemiptera	1516.00	C	D	E	F
Tumbatú	Floración	Diptera	1189.50	C	D	E	F
Cuambo	Floración	Thysanoptera	1077.00	C	D	E	F
Tumbatú	Cosecha	Diptera	1028.13	C	D	E	F
Cuambo	Fructificación	Hemiptera	964.00	C	D	E	F
Cuambo	Floración	Diptera	841.50	C	D	E	F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Thysanoptera	772.00	C	D	E	F
Tumbatú	Fructificación	Hemiptera	726.00	C	D	E	F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Diptera	647.50	C	D	E	F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Thysanoptera	622.00	C	D	E	F
Tumbatú	Floración	Hemiptera	598.50	C	D	E	F
Carpuela	Floración	Thysanoptera	598.00	C	D	E	F
Tumbatú	Cosecha	Hemiptera	469.63	C	D	E	F
Carpuela	Cosecha	Diptera	467.40	C	D	E	F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Hemiptera	377.33	C	D	E	F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Thysanoptera	368.50	C	D	E	F

Cuambo	Crecimiento vegetativo	Diptera	262.67	C	D	E	F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Hemiptera	238.50	C	D	E	F
Carpuela	Fructificación	Diptera	144.00		D	E	F
Carpuela	Floración	Diptera	99.00		D	E	F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Diptera	80.50		D	E	F
Tumbatú	Cosecha	Coleoptera	59.00				F
Cuambo	Cosecha	Coleoptera	39.88				F
Tumbatú	Fructificación	Coleoptera	25.50				F
Cuambo	Floración	Odonata	23.00				F
Cuambo	Fructificación	Hymenoptera	20.50				F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Hymenoptera	17.67				F
Carpuela	Cosecha	Coleoptera	15.80				F
Cuambo	Fructificación	Coleoptera	15.50				F
Cuambo	Cosecha	Hymenoptera	14.71				F
Tumbatú	Fructificación	Neuroptera	12.50				F
Tumbatú	Floración	Hymenoptera	11.00				F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Hymenoptera	10.00				F
Tumbatú	Floración	Neuroptera	9.50				F
Carpuela	Fructificación	Coleoptera	9.00				F
Carpuela	Fructificación	Hymenoptera	8.00				F
Cuambo	Fructificación	Neuroptera	6.50				F
Cuambo	Floración	Coleoptera	6.50				F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Coleoptera	6.33				F
Carpuela	Cosecha	Hymenoptera	6.00				F
Cuambo	Cosecha	Neuroptera	5.47				F
Tumbatú	Cosecha	Hymenoptera	5.06				F
Cuambo	Floración	Hymenoptera	5.00				F
Tumbatú	Floración	Coleoptera	5.00				F
Tumbatú	Cosecha	Neuroptera	4.94				F
Tumbatú	Fructificación	Hymenoptera	4.50				F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Coleoptera	4.25				F
Carpuela	Floración	Hymenoptera	4.00				F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Neuroptera	3.75				F
Carpuela	Floración	Coleoptera	3.00				F
Carpuela	Cosecha	Neuroptera	3.00				F
Tumbatú	Cosecha	Lepidoptera	1.63				F
Cuambo	Cosecha	Lepidoptera	1.59				F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Coleoptera	1.50				F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Hymenoptera	1.50				F

Cuambo	Floración	Lepidoptera	1.00	F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Neuroptera	1.00	F
Cuambo	Fructificación	Lepidoptera	0.50	F
Carpuela	Cosecha	Lepidoptera	0.40	F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Neuroptera	0.33	F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Lepidoptera	0.25	F
Tumbatú	Cosecha	Phasmatodea	0.06	F
Cuambo	Cosecha	Odonata	0.00	F
Tumbatú	Cosecha	Odonata	0.00	F
Tumbatú	Fructificación	Phasmatodea	0.00	F
Tumbatú	Floración	Phasmatodea	0.00	F
Tumbatú	Fructificación	Odonata	0.00	F
Cuambo	Cosecha	Phasmatodea	0.00	F
Carpuela	Cosecha	Odonata	0.00	F
Cuambo	Fructificación	Phasmatodea	0.00	F
Tumbatú	Floración	Lepidoptera	0.00	F
Cuambo	Fructificación	Odonata	0.00	F
Tumbatú	Fructificación	Lepidoptera	0.00	F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Phasmatodea	0.00	F
Carpuela	Cosecha	Phasmatodea	0.00	F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Lepidoptera	0.00	F
Carpuela	Floración	Odonata	0.00	F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Phasmatodea	0.00	F
Cuambo	Floración	Neuroptera	0.00	F
Cuambo	Floración	Phasmatodea	0.00	F
Cuambo	Crecimiento vegetativo	Odonata	0.00	F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Lepidoptera	0.00	F
Carpuela	Fructificación	Odonata	0.00	F
Carpuela	Fructificación	Neuroptera	0.00	F
Tumbatú	Floración	Odonata	0.00	F
Tumbatú	Crecimiento vegetativo	Odonata	0.00	F
Carpuela	Floración	Phasmatodea	0.00	F
Carpuela	Fructificación	Phasmatodea	0.00	F
Carpuela	Floración	Lepidoptera	0.00	F
Carpuela	Fructificación	Lepidoptera	0.00	F
Carpuela	Floración	Neuroptera	0.00	F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Phasmatodea	0.00	F
Carpuela	Crecimiento vegetativo	Odonata	0.00	F

Anexo 4. Efecto de localidad, etapa fenológica y orden en la entomofauna colectada con red entomológica en la investigación de la dinámica poblacional de *B. cockerelli* en el Valle del Chota.

Localidad	Orden	Número de individuos	Rango
Tumbatú	Diptera	44.00	A
Carpuela	Diptera	18.00	B
Cuambo	Hemiptera	10.75	C
Cuambo	Hymenoptera	8.25	C
Carpuela	Hemiptera	7.00	C D
Cuambo	Diptera	6.25	C D
Carpuela	Neuroptera	4.00	D
Tumbatú	Hemiptera	3.75	D
Tumbatú	Neuroptera	2.75	D
Cuambo	Lepidoptera	2.00	E
Carpuela	Coleoptera	2.00	E
Tumbatú	Lepidoptera	1.75	E
Cuambo	Coleoptera	1.25	E
Carpuela	Lepidoptera	1.00	E
Tumbatú	Coleoptera	0.75	E
Cuambo	Neuroptera	0.50	F
Tumbatú	Hymenoptera	0.25	F
Carpuela	Hymenoptera	0.00	G