



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

TEMA:

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sulc EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN PIMAMPIRO, IMBABURA

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Marcelo Sebastian Chamorro Vallejos

DIRECTORA:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

Junio 16, 2021

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA****TEMA:****EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sulc EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN PIMAMPIRO, IMBABURA**

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

INGENIERO AGROPECUARIO**APROBADO:**

Ing. Julia Karina Prado, PhD.

DIRECTORA

FIRMA

Ing. Miguel Alejandro Gómez, MSc

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Activar Windo



**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:	100397400-1	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chamorro Vallejos Marcelo Sebastian	
DIRECCIÓN:	Paraguay 4-24 y México	
EMAIL:	mschamorrov@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0986260645

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la dinámica poblacional de <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc en el cultivo de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en el cantón Pimampiro, Imbabura
AUTOR:	Chamorro Vallejos Marcelo Sebastian
FECHA: DD/MM/AAAA	25/07/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

2. CONSTANCIAS

El autor 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 el 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 27 días del mes de julio de 2021



El AUTOR:.....

Marcelo Sebastian Chamorro Vallejos, C.I.: 100397400-1

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Sr. Marcelo Sebastian Chamorro Vallejos, con cedula de ciudadanía N° 100397400-1 bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 27 días del mes de julio de 2021



.....
Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 16 días del mes de junio de 2021

Marcelo Sebastian Chamorro Vallejos: **“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sulc EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL CANTÓN PIMAMPIRO, IMBABURA”** (Trabajo de titulación).

Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 16 días del mes de junio del 2021, 110 páginas.

DIRECTORA:

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la dinámica poblacional de los estadios *Bactericera cockerelli* Sulc en el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el cantón Pimampiro, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar el nivel de infestación de huevos y minfas a través de monitoreo directo en el cultivo de tomate riñón. Cuantificar la presencia de adultos a través del monitoreo indirecto. Describir el manejo agronómico del cultivo de tomate riñón a través de encuestas para la determinación de niveles de infestación de *B. cockerelli*.

.....
Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD
Directora de Trabajo de Grado

.....
Chamorro Vallejos Marcelo Sebastian
Autor

Activar Windo
Ve a Configuración

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte con la carrera de Ingeniería Agropecuaria, y a todos los docentes que impartieron sus conocimientos y experiencias para con mi formación profesional.

Una mención especial a mi directora Ing. Julia Prado, PhD quien fue mi motivación y guía para el desarrollo de esta investigación, a mis asesores Ing. Miguel Gómez, Msc. y Ing. Fernando Basantes, Msc por sus asesorías.

A mi madre y hermana por todo el apoyo brindado, muchas gracias esta meta ha sido cumplida gracias a ustedes, las quiero.

Por último, a mis amigos Bruno, Nathaly, Brigith, Puma, Yalmar, Jimmy, Luis y a mi enamorada Carolina quienes me han acompañado y brindado mucho apoyo y cariño.

Sebastian Chamorro Vallejos

DEDICATORIA

A:

Mi madre Elena y mi hermana Yajaira quienes fueron pilares y mi motivación, gracias a su esfuerzo pude culminar mi carrera profesional.

Mi tío Tomas quien me aconsejo seguir esta carrera.

Todos mis familiares quienes de una u otra manera me apoyaron para cumplir esta meta.

Sebastian Chamorro Vallejos

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Preguntas directrices.....	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Generalidades del cultivo de tomate riñón	6
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	6
2.1.2 Descripción botánica.....	6
2.1.3. Requerimientos del cultivo	7
2.1.4 Fenología del cultivo.	8
2.1.5 Síntomas del psílido en tomate	9
2.2. Generalidades de la plaga.....	10

2.3. Biología y ciclo biológico de <i>B. cockerelli</i>	11
2.3.1. Huevos	12
2.3.2 Instares ninfales	13
2.3.3 Adulto	15
2.4. Temperatura y desarrollo.	16
2.5. Tamaño del insecto.....	16
2.6. Hospederos	17
2.7. Manejo integrado de <i>B. cockerelli</i>	17
2.7.1. Sistema de monitoreo.....	17
2.7.2. Control cultural	18
2.7.3. Control natural	18
2.7.4. Control biológico	18
2.7.5. Control químico	19
2.8. Marco legal	22
CAPÍTULO III	24
3. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Caracterización del área de estudio	24
3.2 Materiales	25
3.3 Métodos	25
3.3.1 Población y muestra.....	25
3.3.2 Unidad muestral	25
3.4. Variables en estudio	27
3.4.1. Número de oviposturas	27
3.4.2. Número de ninfas.....	27
3.4.3. Número de adultos	28

3.4.4. Entomofauna.....	29
3.4.6. Descripción agronómica del cultivo	29
3.5 Análisis estadístico	29
3.6 Manejo específico del experimento.....	30
3.6.1. Selección de lotes.....	30
3.6.2. Identificación de lotes	30
3.6.3. Ubicación del medidor de temperatura.....	31
3.6.4. Recorrido	31
3.6.5. Manejo de trampas amarillas	31
3.6.6. Recolección de insectos artrópodos.....	31
3.6.7. Conteo, identificación y clasificación de insectos en trampas.....	32
3.6.8. Registro de Temperatura.....	32
3.6.9. Sintomatología por presencia de la enfermedad permanente del tomate.....	33
CAPÍTULO IV	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Número de huevos y ninfas	34
4.2. Número de adultos.....	36
4.2.1. Análisis por fenología localidad El Inca y El Arbolito.....	36
4.2.2. Análisis por días después del trasplante localidad El Inca	38
4.2.2. Análisis por días después del trasplante localidad El Arbolito.....	41
4.3. Temperatura dentro del invernadero	43
4.4. Clasificación de insectos artrópodos por orden colectados en trampas	47
4.4.1. Análisis por fenología, localidad El Inca y El Arbolito.....	47
4.5.1. Análisis por días después del trasplante localidad El Inca	51
4.5.2. Análisis por días después del trasplante localidad El Arbolito.....	54

4.6.	Entomofauna muestreada a través de red entomológica.	56
4.6.1.	El Inca.	56
4.6.2.	El Arbolito.	60
4.7.	Manejo agronómico del cultivo.....	60
4.8.	Control químico realizado en la localidad El Inca y El Arbolito por variedad-lote.....	62
4.8.1.	El Inca.....	62
4.8.2.	El Arbolito	80
CAPÍTULO V		88
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1	Conclusiones.....	88
5.2	Recomendaciones	89
6.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFIA.....	90
7.	ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	8
Recomendaciones de cantidad de fertilizante para el cultivo de tomate riñón bajo invernadero (Solanum lycopersicum).	8
Tabla 2.	16
Tamaños de los estados de desarrollo de <i>B. cockerelli</i>	16
Tabla 3.	19
Depredadores, parasitoides, entomopatógenos y biorracionales para <i>B. cockerelli</i>	19
Tabla 4.	19
Grupos de insecticidas para el control del psílido de la papa y tomate.....	19
Tabla 5.	25
Materiales, equipos y paquete software	25
Tabla 6.	26
Descripción de cada unidad muestral y número de trampas dispuestas por lote	26
Tabla 7.	37
Análisis de varianza del conteo de adultos de <i>B. cockerelli</i> por trampa colectados en el sector El Arbolito y El Inca,	37
Tabla 8.	48
Análisis de varianza de la clasificación de insectos artrópodos adultos por orden colectados en trampas.	48
Tabla 9.	51
Análisis de varianza para la clasificación de insectos artrópodos por orden y días después del trasplante colectados localidad El Inca	51
Tabla 10.	54
Análisis de varianza para la clasificación de insectos artrópodos por orden y días después del trasplante, localidad El Arbolito	54
Tabla 11.	56
Análisis de varianza para la clasificación de insectos artropodos colectados con red entomológica	56
Tabla 12.	64
Análisis de tablas de contingencia, en el primer lote (L1), por etapa fenológica	64

Tabla 13.	64
Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el primer lote (L1) localidad El Inca	64
Tabla 14.	66
Análisis de tablas de contingencia, en el primer lote (L1), por días después del trasplante.....	66
Tabla 15.	67
Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el primer lote (L1) localidad El Inca.....	67
Tabla 16.	68
Análisis de tablas de contingencia, en el segundo lote (L2), por etapa fenológica.....	68
Tabla 17.	68
Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el segundo lote (L2) localidad El Inca.....	68
Tabla 18.	70
Análisis de tablas de contingencia, en el segundo lote (L2), por días después del trasplante.....	70
Tabla 19.	71
Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el segundo lote (L2) localidad El Inca	71
Tabla 20.	72
Análisis de tablas de contingencia, en el tercer lote (L3), por etapa fenológica.....	72
Tabla 21.	73
Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el tercer lote (L3) localidad El Inca	73
Tabla 22.	74
Análisis de tablas de contingencia, en el tercer lote (L3), por días después del trasplante.....	74
Tabla 23.	75
Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el tercer lote (L3) localidad El Inca	75
Tabla 24.	76
Análisis de tablas de contingencia, en el cuarto lote (L4), por etapa fenológica.....	76
Tabla 25.	77
Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el cuarto lote (L4) localidad El Inca	77

Tabla 26.	78
Análisis de tablas de contingencia, en el cuarto lote (L4), por días después del trasplante.....	78
Tabla 27.	79
Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el cuarto lote (L4) localidad El Inca	79
Tabla 28.	80
Análisis de tablas de contingencia, en el quinto lote (L5), por etapa fenológica.....	80
Tabla 29.	81
Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el quinto lote (L5) localidad El Arbolito	81
Tabla 30.	82
Análisis de tablas de contingencia, en el quinto lote (L5), por días después del trasplante.....	82
Tabla 31.	83
Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el quinto lote (L5) localidad El Arbolito.....	83
Tabla 32.	84
Resumen de aplicación de pesticidas (insecticidas), por lote-localidad El Inca y El Arbolito.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de tomate	9
Figura 2. Permanente del tomate a) enrollamiento hojas bajas b) clorosis brotes apicales.....	10
Figura 3. Ciclo biológico de <i>B.cockerelli</i> : Huevos; Ninfas y Adultos	12
Figura 4. Huevo de <i>B. cockerelli</i>	12
Figura 5. Primer instar de <i>B. cockerelli</i>	13
Figura 6. Segundo instar de <i>B. cockerelli</i>	13
Figura 7. Tercer instar de <i>B. cockerelli</i>	14
Figura 9. Quinto instar de <i>B. cockerelli</i>	15
Figura 10. <i>B. cockerelli</i> adulto	15
Figura 11. Mapa de localización del cantón Pimampiro.....	24
Figura 12. Plan de muestro de <i>B. cockerelli</i> en los lotes de tomate.....	26
Figura 13. Huevos de <i>B. cockerelli</i> observados en cultivo de pimienta de la localidad El Inca	27
Figura 14. Conteo de ninfas de <i>B. cockerelli</i> a) planta de tomate b) ninfa de <i>B. cockerelli</i> de quinto instar en cultivo de papa	28
Figura 15. Contabilización en trampas de adultos de <i>B. cockerelli</i> a) trampa colocada a 5 cm del brote apical de la planta b) Adulto de <i>B. cockerelli</i> observado en el estereoscopio.....	28
Figura 16. Clasificación de entomofauna encontrada, a) Por red entomológica b) Por trampas amarillas	29
Figura 17. a) Sensores HOBO Pro v2 logger b) sensor en campo.....	32
Figura 18. Conteo de adultos de <i>B. cockerelli</i> en la localidad El Inca y El Arbolito	37
Figura 19. Número de insectos adultos de <i>B. cockerelli</i> por días después del trasplante, contabilizados en el primer lote (L1) localidad El Inca.	39
Figura 20. Número de insectos adultos de <i>B. cockerelli</i> por días después del trasplante, contabilizados en el tercer lote (L3) localidad El Inca.....	40
Figura 21. Número de insectos adultos de <i>B. cockerelli</i> por días después del trasplante, contabilizados en el cuarto lote (L4) localidad El Inca.....	41
Figura 22. Número de insectos adultos de <i>B. cockerelli</i> por días después del trasplante, contabilizados en el quinto lote (L5) localidad El Inca.....	42
Figura 24. Fluctuación de temperatura, segundo lote (L2), en la localidad El Inca	44

Figura 26. Fluctuación de temperatura, cuarto lote (L4), en la localidad El Inca.....	46
Figura 24. Clasificación de insectos artrópodos por orden y localidad en el cultivo de tomate en la localidad El Inca y El Arbolito	49
Figura 25. Clasificación de insectos artrópodos por orden y por etapa fenológica, localidad El Inca y El Arbolito.....	50
Figura 26. Distribución poblacional del conteo de insectos artrópodos por orden y por días después del trasplante, colectados en trampas en la localidad El Inca.....	53
Figura 27. Distribución poblacional del conteo de insectos artrópodos por orden y por días después del trasplante, colectados en trampas en la localidad El Arbolito.....	55
Figura 28. Clasificación de insectos artrópodos por orden y variedad colectados con la red entomológica en la localidad El Inca.	57
Figura 29. Clasificación de insectos artrópodos por orden y etapa fenológica recolectados con red entomológica en la localidad El Inca. a) Variedad Eterey (L1), b) variedad 2199 (L2), c) variedad Pietro (L3) d) variedad Shala N (L4).	59
Figura 30. Clasificación de insectos artrópodos por orden y etapa fenológica recolectados con la red entomológica en la localidad El Arbolito. Variedad Eterey (L1)	60
Figura 31. Porcentaje de aplicación de pesticidas por variedad-lote, en la localidad El Inca.....	62
Figura 32. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, localidad El Inca....	63
Figura 33. Porcentaje de aplicación de IA de pesticidas por etapa fenológica, variedad Eterey (L1)-localidad El Inca.	65
Figura 34. Porcentaje de aplicación de IA de pesticidas por etapa fenológica, variedad 2199 (L2)-localidad El Inca.	69
Figura 35. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, variedad Pietro (L3)-localidad El Inca.....	74
Figura 36. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, variedad Shala N (L4)-localidad El Inca.....	78
Figura 37. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, variedad Eterey (L5)-localidad El Arbolito.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plantilla para la toma de datos del monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i>	100
Anexo 2. Plantilla para el registro de órdenes de insectos artrópodos en los alrededores de los invernaderos en estudio.....	101
Anexo 3. Plantilla para el registro de conteo de adultos de <i>B. cockerelli</i> por medio de trampas amarillas.....	101

RESUMEN

Bactericera cockerelli (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) es un insecto vector que transmite enfermedades en las solanáceas, incluido el tomate de riñón (*Solanum lycopersicum* L.). Ecuador es el único país de la región donde se ha reportado su presencia. Esta investigación evalúa la dinámica poblacional de los estadios de *Bactericera cockerelli* (Šulc) en el cultivo de tomate en el Cantón Pimampiro, Imbabura. El estudio se realizó en dos sitios, El Arbolito y El Inca. Se seleccionaron cinco invernaderos para el muestreo, 20 plantas por parcela se eligieron aleatoriamente en forma X. Los huevos y las ninfas de cuarto y quinto estadio se contaron en la planta y los adultos en trampas amarillas, ubicadas en el centro y borde de las parcelas, se evaluaron cada 15 días. Además, se registró la temperatura interna del invernadero. Los resultados mostraron ausencia de huevos y ninfas, el insecto solo se encontró en su etapa adulta en cuatro de los cinco lotes, la densidad promedio de la población se registra con un rango de 0 a 1.75 adultos por trampa por monitoreo en la localidad El Inca y de 0 a 0.25 en la localidad El Arbolito; se encontraron más insectos en las etapas de madurez y senescencia del cultivo, mostrando diferencias significativas entre localidades, fue mayor en El Inca. Por otro lado, no se registraron capturas en días con temperaturas inferiores a 7 °C, y se contaron más insectos en temperaturas con exposiciones superiores a 31 °C. Las prácticas de cultivo registradas consistieron en preparación del suelo, tutorado, aporque, deshierbe, guiado, poda, riego y fundamentalmente control químico, se registraron 18 principios activos con baja rotación, la mayoría de ellos con un modo de acción sobre el sistema nervioso y muscular del insecto.

Palabras claves: Control químico, *Bactericera cockerelli*, vector, monitoreo, insectos adultos.

ABSTRACT

Bactericera cockerelli (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) is an insect vector transmitting diseases in Solanaceae, including kidney tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Ecuador is the country in the region where its presence has been reported, this research evaluate the population dynamics of the stages of *Bactericera cockerelli* (Šulc) in the tomato crop in Pimampiro Canton, Imbabura. The study was conducted in two sites, El Arbolito and El Inca. Five greenhouses were selected for the sampling, 20 plants per plot were randomly choose in, X way. Eggs and nymphs of ourth and fifth instar were counted on plant, and adults on yellow traps, located in the center and edge of plots, evaluation were carried out every 15 days. Besides the internal temperature of the greenhouse was recorded. The results showed the absence of eggs and nymphs, the insect was only found in its adult stage in four of the five plots, the average population density ranges between 0 and 1.75 adults per trap per monitoring at the El Inca site and between 0 and 0.25 at the El Arbolito site; more insects were found in the maturity and senescence stages of the crop, showing significant differences between locations, was higher in El Inca. On the other hand, no captures were recorded on days with temperatures below 7 °C, and more insects were counted on temperaturas above 31 °C. Crops practices registered consisted of soil preparation, trellising, hilling, weeding, guiding, pruning, irrigation and fundamentally chemical control, 17 active ingredients were recorded with low rotation, most of them with a mode of action on the nervous and muscular system of the insect.

Keywords: chemical control, *Bactericera cockerelli*, vector, monitoring, adult insects.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación FAO (2017), El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una de las hortalizas más cultivadas a nivel mundial, siendo China quien encabeza la lista de productores para esta hortaliza, llegando en 2017 a 59 514 773 millones de toneladas y en segunda posición se mantiene Estados Unidos, con 10 910 990 millones de toneladas.

En México es un cultivo altamente rentable, en el año 2015 el tomate se estableció con una superficie de 49 703 ha, arrojando una producción de 3 098 329 toneladas y un valor de 20 640 millones a nivel nacional (Camberos y Rodríguez, 2017). En Ecuador las principales provincias productoras de tomate riñón son: Chimborazo con una superficie sembrada de 231 hectáreas (ha) y con una producción anual de 4 586 toneladas métricas (Tm), Carchi con 169 ha y una producción de 4 770 toneladas, Azuay con una superficie sembrada de 160 ha y una producción de 3 928 toneladas e Imbabura con una superficie sembrada de 114 ha y una producción anual de 3 610 toneladas (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2018).

Las mayores pérdidas en producción en este cultivo son ocasionadas por plagas y enfermedades, en cuanto a plagas en el cultivo de tomate tenemos: mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), minador (*Tuta absoluta* [Meyrick]), trips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) y nematodos (*Meloidogyne incognita* [Kofoid and White]). Por otro lado, las enfermedades: lancha (*Phytophthora infestans* [Mont.] De Bary), Botrytis (*Botrytis cinerea* [Pers.]), Oídio (*Oidium* sp.) y mancha negra (*Erwinia* sp. y *Pseudomonas* sp.) (Jaramillo Andrade, 2015).

Una de las plagas que ha cobrado una elevada importancia económica en este cultivo es *Bactericera cockerelli* (Šulc), o comúnmente conocido como el psílido del tomate (Barrios-Díaz et al., 2016), En 2001 aparecieron poblaciones importantes en el oeste de América del Norte, causando pérdidas en la producción de tomate superiores al 80%, para el año 2004 las pérdidas alcanzaron el 50% (Liu, Trumble, y Stouthamer, 2006). De igual forma, el psílido en el Estado de

Guanajuato-México, mermó el 60% en la producción del cultivo de jitomate o tomate como lo conocemos en Sudamérica. En años siguientes la superficie sembrada se redujo 85% (Garzón, 2003).

La presencia del insecto vector se ve asociada a los reportes de la enfermedad Punta Morada en Ecuador, la primera colección del insecto *B. cockerelli*, se la realizó en la provincia de Pichincha identificándolo por características de patrones y colores, tras varios monitoreos dentro del país se conoce que el insecto se encuentra distribuido en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y en Tungurahua, Chimborazo y Bolívar se han reportado esporádicos brotes de punta morada, mas no la presencia del insecto *B. cockerelli* (Castillo et al. 2019; Vásquez Freytez y Manobanda Moreta, 2020).

En Ecuador se han identificado a dos fitoplasmas como agentes causales de la punta morada en papa (PPT), 16SrII y 16SrIF, identificados por Caicedo et al., (2020) y Castillo et al. (2018); además, es el único país de la región en el que se ha reportado la presencia del insecto *B. cockerelli* (Carrillo, Fu, y Burckhardt, 2019) considerado como el posible vector. Se desconoce cómo se introdujo este insecto al país, se sugiere que la población encontrada podría venir del Norte o Centro América, probablemente junto con la comercialización de productos agrícolas o de otro material vegetal (Castillo et al. 2019).

Para el control de *B. cockerelli* se ha utilizado principalmente el control químico, influenciados por el desconocimiento de aspectos importantes tales como su biología, comportamiento de la plaga en las zonas productoras y el momento adecuado para realizar aplicaciones químicas, por dar un ejemplo en Guatemala a consecuencia del mal manejo, las poblaciones del insecto se han incrementado afectando al cultivo de papa; asimismo se ha reportado la resistencia de varios grupos de insecticidas y se ha observado que algunos plaguicidas no son eficientes para su control (Douglas Aguilar et al., 2019).

Para su monitoreo, se recomienda en el caso de huevecillos y ninfas un muestreo exhaustivo directo semanal en las hojas, revisando muy cuidadosamente en los diferentes estratos de la planta con la ayuda de una lupa; para el caso de la población adulta en condiciones de campo abierto e

invernadero, el uso de trampas de color naranja y amarillo, trampas de agua ubicadas en el centro y en los bordes del lote, a una distancia de 25 a 50 metros y/o el uso de una red entomológica (Ramírez Gomez et al., 2008).

El monitoreo representa la primera estrategia del manejo integrado de plagas (MIP), es primordial revisar, medir periódicamente la densidad y estimar la distribución de plagas y enfermedades en el cultivo. Permitiendo observar su evolución y así dar una respuesta oportuna a repercusiones en la producción, el manejo temprano de este insecto es crucial para minimizar el daño y la reproducción del psílido en campo (Larral y Ripa, 2008; Workneh et al., 2012).

1.2 Problema

El psílido *B. cockerelli* es considerado un insecto plaga, que ataca principalmente a los cultivos pertenecientes a la familia de las solanáceas como: papa (*Solanum tuberosum*), pimiento (*Capsicum spp*) y tomate riñón (*Solanum lycopersicum*). En cuanto a la papa, como vector de la enfermedad de la punta morada, este insecto ha producido grandes efectos negativos como son pérdidas en producción de hasta el 100%, reducción del área sembrada del 40% en los últimos dos años, pérdidas de plazas de trabajo (2.1 millones jornales), incremento de los precios >42% en el último año, incremento en el uso de agroquímicos de 6-8 veces, costo de la producción incrementada en un 20-25%, contaminación, riesgo en la seguridad alimentaria, invasión de paramos y riesgo en la diversidad de papas nativas y otras solanáceas como es el caso del tomate riñón (Castillo Carrillo, 2019).

Esta plaga tiene el potencial de causar grandes pérdidas económicas dentro del campo del agro. Afectar los medios de subsistencia especialmente de pequeños agricultores e incluso afectar negativamente el medio ambiente, considerando el aumento de aplicación de plaguicidas para su control, con ello también se produce el movimiento de los cultivos en el caso de la papa a zonas altoandinas vulnerables para escapar de la plaga (Centro Internacional de la Papa [CIP], 2020).

Esta plaga en tomate causa dos tipos de daños, directos e indirectos, ocasionados tanto por ninfas, como adultos. Los daños directos se producen al insertar su estilete y succionar la savia de

la planta, inoculando a su vez toxinas que dañan las células, interfiriendo en la producción de clorofila, tornándose las plantas de un color amarillo raquítrico, originando la enfermedad conocida como “amarillamiento del psílido” (Prager, Kund y Trumble, 2016.). Con el mismo mecanismo ocasiona daños indirectos, transmitiendo en su saliva fitoplasmas originando la enfermedad conocida como “Permanente del Tomate” (Rojas et al., 2016).

En Ecuador se ha realizado escasos estudios científicos de monitoreo que permitan conocer cómo se distribuye esta plaga, ni el grado de infestación que esta podría llegar a alcanzar, en zonas dedicadas a la producción de solanáceas como tomate riñón, papa y pimiento (Castillo et al., 2019), al igual que no existen protocolos de monitoreo específicos, para el cultivo de tomate riñón en la provincia de Imbabura.

1.3 Justificación

Por tal motivo esta investigación se enfoca en establecer la dinámica poblacional de *B. cockerelli*, la misma que es parte de un proyecto en conjunto entre la Universidad Técnica del Norte, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), los cuales capacitaron en el monitoreo de la plaga y de igual manera apoyaron a elaborar un protocolo de monitoreo de acuerdo a la zona, con la finalidad de crear alternativas de control a las enfermedades de las cuales el insecto es vector.

Es importante realizar investigaciones sobre la dinámica poblacional de *B. cockerelli* en Ecuador, ya que se puede obtener información valiosa para el establecimiento de planes de manejo y control adecuados dentro de un manejo integrado de plagas, evitando pérdidas económicas por la aplicación inadecuada de plaguicidas favoreciendo a la aparición de estirpes resistentes (Medina Lerena, 2007).

Estudios realizados por Liu y Trumble, (2006) recomiendan como medida conservadora tratar cultivares de tomate cuando el número sea de 10 ninfas por planta por un periodo de cinco días. Por otro lado, Avilés et al., (2004) menciona que el umbral económico es de 1 a 2 adultos por 100

redazos y la etapa en la planta de mayor susceptibilidad es la temprana, para el caso de ninfas el umbral va de 3 a 30 individuos por trampa (Godfrey y Haviland, 2004).

En el cantón Pimampiro aún no se han reportado daños por esta plaga en el cultivo de tomate riñón, pero al ser una de las zonas con mayor producción en Imbabura y al contar con escasa información de monitoreo e identificación de plagas y enfermedades, el objetivo de esta investigación se enfoca, en realizar un monitoreo que permita conocer la incidencia y conducta del insecto en el cultivo. El monitoreo es un indicador fundamental en la toma de decisiones, en el uso o no de métodos de control recomendados por MIP (Guillén et al., 2008).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la dinámica poblacional de los estadios *Bactericera cockerelli* (Šulc) en el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el cantón Pimampiro, Imbabura.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de infestación de huevos y ninfas a través de monitoreo directo en el cultivo de tomate riñón.
- Cuantificar la presencia de adultos a través del monitoreo indirecto.
- Describir el manejo agronómico del cultivo de tomate riñón a través de encuestas para la determinación de niveles de infestación de *B. cockerelli*.

1.5. Preguntas directrices

- ¿Se encuentra incidencia de *B. cockerelli* en cultivos de tomate riñón en las localidades del cantón Pimampiro?
- ¿Existe diferencia de infestación de *B. cockerelli* en las localidades del cantón Pimampiro?

CAPÍTULO II

3. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del cultivo de tomate riñón

2.1.1 Clasificación taxonómica

El tomate pertenece a la familia Solanaceae, cuyo nombre científico es *Solanum lycopersicum* L.

Clase: Dicotyledoneas.

Orden: Sonalanes (Personatae).

Familia: Solanaceae.

Subfamilia: Solanoideae.

Tribu: Solaneae.

Género: *Solanum*.

Especies: *lycopersicum*

(Molina, Verón, y Altamirano, 2010)

2.1.2 Descripción botánica

Según Jaramillo et al (2007), el tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta.

- **El tallo**

El tallo generalmente mide entre 2 y 4 centímetros en la base de la planta y es más delgado en la parte superior, la epidermis del tallo está conformada por pelos glandulares, corteza cilindro vascular (xilema) y tejido medular (Escobar y Lee, 2001).

- **La flor**

Es hermafrodita con órganos masculinos y femeninos funcionales, en cada inflorescencia o racimo se forman varias flores y una sola planta de crecimiento indeterminado puede producir 20 o más inflorescencias sucesivas durante un ciclo de cultivo (Escobar y Lee, 2001). Un racimo puede reunir de 4 a 20 flores dependiendo de la variedad cultivada y las condiciones de desarrollo de la planta; una variedad de fruto pequeño como cherry puede tener hasta 40 flores por inflorescencia (Fornaris, 2007).

- **Las hojas**

Son compuestas imparipinadas, cada hoja está conformada por un eje central con un foliolo terminal y de ocho a nueve foliolos, lobulados, dentados y recubiertos con pelos glandulares; se disponen de forma alterna con el tallo. (Noreña et al., 2013).

- **La Raíz**

Es superficial constituida por una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias, en promedio estas pueden llegar a medir 60 centímetros de profundidad. (Silva, 2015)

- **El fruto**

Es una baya de diferente forma, tamaño, color, consistencia y composición, se compone por epidermis, tejido placentario, pulpa y semillas (Déleg y Merchan, 2015)

- **La semilla**

Es pequeña de 5 por 4 por 2 mm, estas pueden ser de forma achatada, globular, ovalada, casi redonda ligeramente plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda, en las últimas etapas de desarrollo se encuentran en una sustancia gelatinosa (Jaramillo et al. 2007).

2.1.3. Requerimientos del cultivo

- **Temperatura**

La producción de tomate en el Ecuador se realiza en climas cálido – templado con temperaturas entre 23 -26 °C, este cultivo prospera bien desde los 0 a 3000 m.s.n.m., este último ocurre cuando el cultivo se hace bajo condiciones de invernadero (Vallejo, 2013).

- **Humedad**

La humedad relativa ideal para su óptimo crecimiento y fertilidad se encuentra entre 60 y un 80% (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017).

- **Suelo**

Los indicados son suelos sueltos, fértiles, bien aireados con buen drenaje interno y capacidad de retener humedad, texturas franco-arenosas y silicio arcillosas, con contenidos de materia orgánica altos mayor al 2%, pH entre 6.0 a 7.0. (Santamaría, 2018).

- **Fertilización**

El tomate riñón es una especie vegetal que demanda gran cantidad de nutrientes debido a su productividad (Cadaña, 2011); entre estos, se puede mencionar al nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio como macronutrientes y por el lado micronutrientes magnesio, boro, manganeso y hierro son importantes en la nutrición del tomate. (Jarrín, 2014).

En la Tabla 1 se exponen los requerimientos nutricionales del tomate riñón bajo condiciones de invernadero

Tabla 1.

Recomendaciones de cantidad de fertilizante para el cultivo de tomate riñón bajo invernadero (Solanum lycopersicum).

Contenido en el suelo	Cantidad (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	400-600	150-200	400-750
Medio	250-400	80-150	200-400
Alto	100-250	40-80	60-100

Fuente: Siavichay, 2011 citado en Jarrín, (2014)

2.1.4 Fenología del cultivo.

El cultivo de tomate riñón está comprendido por cinco fases fenológicas las cuales son trasplante, desarrollo vegetativo, floración, fructificación y cosecha (Figura 1), el desarrollo del

cultivo está determinado por las condiciones climáticas de la zona, el manejo del cultivo, el suelo, la variedad utilizada etc. Comprende dos fases la vegetativa y otra reproductiva la vegetativa que comprende desde la siembra en semillero hasta la aparición o inicio del primer racimo floral. La fase reproductiva desde la formación del botón floral hasta el llenado de la fruta (Jaramillo et al. 2007).

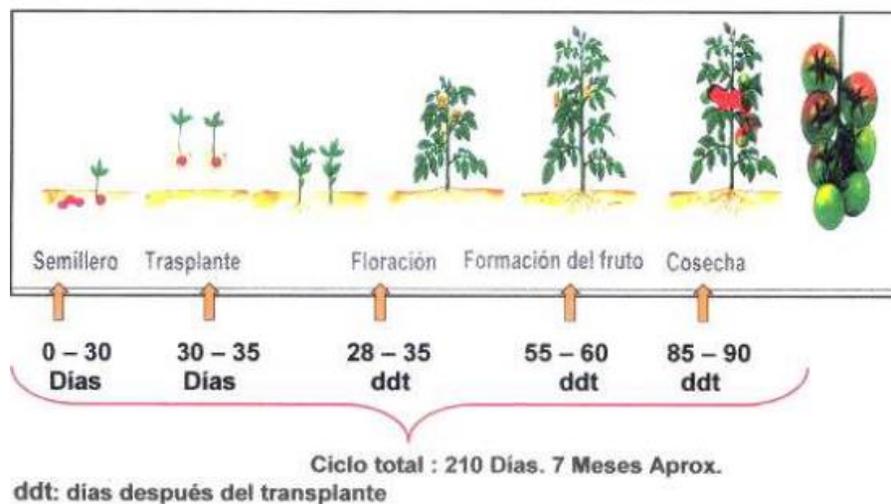


Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de tomate

Fuente: Jaramillo et al. (2007)

2.1.5 Síntomas del psílido en tomate

Las ninfas o adultos insertan su estilete hasta el floema de la planta, por uno de los conductos del insecto este succiona la savia, mientras que por el otro inyecta sustancias que dañan las células (toxiníferas), el cual da como resultado que la planta adquiera un crecimiento retardado y un aspecto amarillento y raquíutico, lo que se conoce como amarillamiento del psílido, esto provoca distorsión y deformación del follaje, donde los folíolos no se desarrollan normalmente, detención del crecimiento durante semanas o meses, clorosis en las hojas, aborto de flores y frutos. (Gastélum, Godoy y Raymundo, 2012).

Los síntomas de la enfermedad ocasionada por el psílido *B. cockerelli* “permanente del tomate” (Figura 2), se presentan con clorosis en los bordes de los folíolos de los brotes apicales, las hojas inferiores se enrollan y adquieren una estructura quebradizas generalmente de color verde brillante

intenso, se inhibe el crecimiento de nuevos brotes y en las flores se manifiesta una necrosis provocando abortos de las mismas, por otra parte los frutos que logran formarse se reducen en tamaño y sufren deformaciones, decaimiento general de la planta (Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura INTAGRI, [2017]).



Figura 2. *Permanente del tomate a) enrollamiento hojas bajas b) clorosis brotes apicales*

Fuente: (Garzón, 2016)

2.2. Generalidades de la plaga.

Este insecto fue colectado por primera vez en una plantación de papa en Colorado por Dr. Cockerell, catedrático de la Universidad de Colorado en los Estados Unidos. Fue descrito por Šulc en 1909 y subsecuentemente designado como *Trioza cockerelli*; posteriormente, Crawford en 1911, lo reasignó en el género *Paratrioza*. En 1997, el género *Paratrioza* fue cambiado con el género *Bactericera* y también hubo cambio de familia de *Psyllidae* a *Trioziidae* (Villanueva, 2015).

Se distribuye nativamente en el suroeste de Estados Unidos y el norte de México, *B cockerelli* puede ser encontrado en Canadá, en América Central este insecto se distribuye en Guatemala, Honduras y Nicaragua también se sospecha la presencia en países vecinos, incluyendo El Salvador, adicionalmente este insecto se encuentra invasivamente en Nueva Zelanda (Butler y Trumble, 2012).

- **Taxonomía *B. cockerelli* (Šulc)**

Orden: Hemiptera

Suborden: Homóptera

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Triozidae

Género: *Bactericera* (= *Paratrioza*)

Especie: *Bactericera cockerelli* (Šulc)

- **Nombres comunes de *B. cockerelli***

Pulgón saltador de papa, pulgón saltador de tomate, paratrioza, psílido de la papa, psílido del tomate.

2.3. Biología y ciclo biológico de *B. cockerelli*

Las hembras de *B. cockerelli* pueden ovipositar hasta 1 500 huevos en un periodo de 21 días, estos son depositados en el haz, envés y bordes de las hojas y flores de la planta. El tiempo promedio requerido para su desarrollo de huevo a adulto es de 15 a 30 días a una temperatura ideal de 23 °C, a una temperatura por debajo 7 °C o y por encima de 35 °C su desarrollo y supervivencia se ven afectados y estos a una temperatura de 40 °C perecen (Figura 3).



Figura 3. Ciclo biológico de *B. cockerelli*: Huevos; Ninfas y Adultos

Fuente: (Gómez Rodríguez, 2017)

2.3.1. Huevos

Los huevos son de color amarillo-anaranjado corion brillante de forma oblonga y unido a las hojas de la planta huésped por la presencia de un pequeño filamento, depositados por separado principalmente en el envés de la hoja por lo general en el borde de esta (Figura 4), la longitud media y anchura de un huevo de *B. cockerelli* es de 0.3mm y 0.1 mm respectivamente; los huevos eclosionan luego de 3 a 15 días, y exhiben una relación 1:1 de machos y hembras (Butler y Trumble, 2012).



Figura 4. Huevo de *B. cockerelli*

2.3.2 Instares ninfales

Las ninfas de *B. cockerelli* tiene cinco instares de desarrollo, la finalización de desarrollo puede variar de 12 a 44 días con un promedio de 15.4 días, los cuatro primeros instares requieren un promedio de 2.4 a 2.8 días para completar su desarrollo, pero el quinto instar requiere de 4.9 días para su desarrollo. (Butler y Trumble, 2012). Las ninfas del primer ínstar Figura 5 presentan color anaranjado, tienen la cabeza y tórax fusionados, ojos rojos, antenas cortas y paquetes alares poco notables y patas con una uña; tienen poco movimiento



Figura 5. *Primer instar de B. cockerelli*

Las ninfas del segundo ínstar Figura 6 presentan cabeza y abdomen amarillo, tórax verde y se diferencia de la cabeza, ojos anaranjado-oscuros, los paquetes alares se hacen visibles y las patas con segmentación bien diferenciada.



Figura 6. *Segundo instar de B. cockerelli*

En el tercer instar Figura 7 la segmentación cabeza, tórax y abdomen es notoria, ojos rojos, abdomen más redondo abajo del segundo par de alas, a partir de este instar tienen mayor desplazamiento. (González y García, 2012).



Figura 7. Tercer instar de *B. cockerelli*

El cuarto instar Figura 8 se presenta con cabeza amarilla, tórax verde y abdomen verde claro, ojos de color rojo oscuro, los paquetes alares están bien definidos, se aprecian tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores, dos segmentos tarsales y un par de uñas y en el quinto instar Figura 9 con cabeza y abdomen verde claro, tórax verde oscuro, ojos de color guinda; los paquetes alares están claramente diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo, el tórax presenta los tres pares de patas con su segmentación bien definida, en las patas presentan tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores, dos segmentos tarsales y un par de uñas (Marín et al. 1995).



Figura 8. Cuarto instar de *B. cockerelli*



Figura 9. *Quinto instar de B. cockerelli*

2.3.3 Adulto

Al emerger el adulto Figura 10, presenta una coloración verde-amarillento; es inactivo y de alas blancas que al paso de 3 o 4 horas se tornan transparentes, la coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café oscuro o negro; este cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio se tienen datos que la coloración cambia cuando el adulto se aparea; cabeza: 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división con el tórax, ojos grandes de color café y antenas filiformes, tórax blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo, venación propia de la familia (Marín et al. 1995).



Figura 10. *B. cockerelli adulto*

2.4. Temperatura y desarrollo.

El rango óptimo de temperatura es de 21-27 °C (Capinera, 2001; Cranshaw, 2001; Munyaneza, 2010), temperatura arriba de 32 °C es perjudicial para *B. cockerelli* porque reduce la puesta de huevos y la eclosión. Los umbrales de temperatura de supervivencia de *B. cockerelli* son el mínimo de 7 °C y el máximo de 31 °C (Oluwashola et al., 2020). El desarrollo óptimo del psílido ocurre a los 27 °C la supervivencia, oviposición y eclosión se reducen a los 32 °C y mueren a los 35 °C (Munyaneza J. E., 2010)

2.5. Tamaño del insecto.

En la Tabla 2 se detalla los diferentes estados de desarrollo del insecto *B. cockerelli* en largo y ancho en mm.

Tabla 2.

Tamaños de los estados de desarrollo de B. cockerelli

Estados de desarrollo	Largo en mm	Ancho en mm
Huevo	0.32-0.34	0.18
Ninfa		
1	0.40	0.21
2	0.52	0.33
3	0.80	0.48
4	1.18	0.75
5	1.65	1.23
Adulto (incluyendo alas)		2.8-2.9 (machos) 2.8-3.2 (hembras)

Fuente: Department of Agriculture Austrian Government, 2012 citado en Muñiz y Méndez, (2015).

2.6. Hospederos

Según, el European and Mediterranean Plant Protection Organization[EPPO], (2013). *B. cockerelli* se hospeda en plantas donde destacan las de la familia *Solanaceae*, como la papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

2.7. Manejo integrado de *B. cockerelli*

2.7.1. Sistema de monitoreo

El monitoreo de poblaciones del psílido del tomate sirve para conocer su presencia y estructura de su población dentro del cultivo, y si está presente en densidad poblacional que requiera realizar algún tipo de acción de control, sea esta regional o en su totalidad en la unidad de producción (OIRSA, 2015).

- Muestreo en foliolos

Se debe realizar dos veces por semana en el borde y centro del lote, las hojas a revisar deben ser de los estratos de la parte media y baja de la planta, la revisión debe ser meticulosa apoyándose de una lupa, el muestro es el procedimiento más apropiado para el monitoreo de poblaciones en estados inmaduros (Ramírez Gomez et al., 2008)

- Muestreo con red entomológica

El muestreo se debe realizar en las orillas y en el centro de la tabla, con veinte redazos o golpes por sitio de muestreo es suficiente para conocer la incidencia del insecto, este debe realizarse cuando aparece el follaje del cultivo (OIRSA, 2015).

- Muestreo en trampas amarillas

En caso de poblaciones de adultos en condiciones de campo e invernadero, el método óptimo de muestreo es mediante el uso de trampas amarillas de pegamento, clavadas en estacas y

colocadas en el borde y centro de los lotes, cambiadas cada semana o con mayor frecuencia si se encuentran limpias (Rubio-Covarrubias et al., 2006).

2.7.2. Control cultural

Se recomienda realizar programas de monitoreo con trampas de color amarillo y verdes fosforescentes impregnadas con pegamento, estas se deben colocar a una altura de 1.5 m desde el nivel del suelo a una distancia entre sí de 25 a 50 metros con el fin de capturar adultos, a su vez se realizan muestreos al follaje para detectar ninfas (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2010).

2.7.3. Control natural

Activos naturales producidos por especies vegetales como el neem (*Azadirachta indica*), el ajo (*Allium sativa* L.) y otras liliáceas se destacan como insecticidas vegetales para cambiar el comportamiento alimenticio, de oviposición y de refugio de los insectos (Barrios-Díaz et al., 2016).

2.7.4. Control biológico

En la Tabla 3 se muestran los organismos de control biológico de *B. cockerelli* entre ellos están depredadores como la *Crisopa spa* parasitoides como la *Tamarixia triozae* hongos entomopatógenos como *Bauveria bassiana* y algunas opciones de insecticidas biorracionales como jabones botánicos, etc.

Tabla 3.

Depredadores, parasitoides, entomopatógenos y biorracionales para B. cockerelli

Depredadores	Parasitoides	Entomopatógenos	Biorracionales
<i>Crysopa spp.</i>	<i>Tamarixia triozae.</i>	<i>Beauveria</i>	Reguladores de
<i>Hippodamia corvenges.</i>	<i>Methaphycus psyllidus.</i>	<i>bassiana.</i>	Crecimiento.
<i>Nabis ferus L.</i>		<i>Metarrhizium</i>	Productos botánicos.
<i>Geocoris decoratus</i>		<i>anisoplineae.</i>	Aceites.
<i>Uhler.</i>		<i>Verticillium lecanii.</i>	Jabones agrícolas.
<i>Orius spp.</i>		<i>Paecilomyces</i>	
		<i>fumosoroseus.</i>	

Fuente: Ramírez et al. (2008).

2.7.5. Control químico

En la Tabla 4 se mencionan 14 grupos de insecticidas que pueden ser utilizados para *B. cockerelli*. El Comité de Acción contra la Resistencia de Insecticidas (IRAC) enlista 29 grupos de modo de acción (incluyendo 52 subgrupos).

Tabla 4.

Grupos de insecticidas para el control del psílido de la papa y tomate.

Grupo	Modo de acción	Subgrupo químico	Ingrediente Activo
1 ^a	Inhibidores de la Acetilcolinesterasa.	Carbamatos.	Alanycarb, aldicarb, bendiocarb, benfuracarb, butocarboxim, butoxycarboxim, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, ethiofencarb, fenobucarb, formetanate, furathiocarb, isoprocarb, methiocarb, methomyl, metolcarb, oxamyl, pirimicarb, propoxur, thiodicarb,

		thiofanox, triazamate, trimethacarb, XMC, xylylcarb.
1B	Organofosforados	Acephate, chlorethoxyfos, chlorfenvinphos, chlormephos, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, coumaphos, cyanophos, demeton-s-methyl, malathion, mecarbam, profenofos, propetamphos, prothiofos, pyraclofos, pyridaphenthion, quinalphos, sulfotep, tebupirimfos, temephos, terbufos, tetrachlorvinphos, thiometon, triazophos, trichlorfon, vamidothion, etc.
2^a	Bloqueadores del receptor de los canales de cloro GABA.	Endosulfán. Chlordane, endosulfan
3^a	Moduladores de los canales de sodio.	Piretroides. Acrinathrin, allethrin, d-cis-trans allethrin, d-trans allethrin, bifenthrin, bioallethrin, bioallethrin scyclopentenyl isomer, bioresmethrin, cycloprothrin, cyfluthrin, beta-cyfluthrin, cyhalothrin, lambda- cyhalothrin, gamma-cyhalothrin, cypermethrin, alpha-cypermethrin, beta-cypermethrin, thetacypmethrin, zeta-cypermethrin, cyphenothrin, (1R)-trans- isomers], deltamethrin, empenthrin (EZ)- (1R)- isomers], esfenvalerate, etofenprox, fenpropathrin, fenvalerate, flucythrinate, flumethrin, tau-fluvalinate, halfenprox, imiprothrin, kadethrin, permethrin, phenothrin [(1R)-trans- isomer], prallethrin, pyrethrins (pyrethrum), resmethrin, silafluofen,

			tefluthrin, tetramethrin, tetramethrin [(1R)-isomers], tralomethrin, transfluthrin,
4^a	Agonistas de los receptores nicotínicos de la acetilcolina.	Neonicotinoides.	Acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, thiamethoxam,
4D		Flupyradifurone.	Flupyradifurone
5	Moduladores de los receptores alostérico nicotínico de la acetilcolina.	Spinosinos (Spinosad).	Spinetoram, spinosad
6	Moduladores de los canales de cloro.	Avermectinas.	Abamectin, emamectin benzoate, lepimectin, milbemectin
7C	Mímicos de la hormona juvenil.	Pyriproxyfen.	Pyriproxyfen
9	Moduladores de los órganos cordotonales.	Pymetrozine.	Pymetrozine, pyrifluquinazon, afidopyropen
23	Inhibidores de la síntesis de lípidos.	Derivado del ácido tetrónico: Envidor y Oberon.	Spirodiclofen, spiromesifen, spiropidion, spirotetramat
28	Moduladores de los receptores de la ryanodina.	Diamidas.	Chlorantraniliprole, cyantraniliprole, cyclaniliprole flubendiamida, tetraniliprole
29	Moduladores de los órganos cordotonales.	Flonicamid.	Flonicamid
UN	Compuestos de modo de acción desconocido o incierto.	Azaridactina.	Azadirachtin

Fuente: (Muñiz y Méndez, 2015; IRAC, 2020)

2.8. Marco legal

La presente investigación está realizada en base a leyes y artículos de la Constitución de la República del Ecuador haciendo énfasis al capítulo segundo “Derechos del Buen Vivir” sección primera agua y alimentación Art 13. El estado garantizará y promoverá la soberanía alimentaria, el derecho de las personas y colectividades al acceso seguro y permanente de alimentos sanos, suficientes, nutritivos y preferentemente producidos a nivel local.

Además, está inmersa en los artículos del Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida 2017 – 2021. En los apartados del objetivo 5. En impulsar la productividad y el crecimiento económico sostenible los puntos 5.6 y 5.8 se promueve la investigación, la formación, capacitación y transferencia de tecnología entre los sectores público, productivo y universidades con la finalidad de cambiar la matriz productiva fomentando la producción nacional con un manejo eficiente de los recursos naturales y el manejo eficiente de las tecnologías.

En el objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, se señala el uso de buenas prácticas que contribuyan a la conservación y la mitigación de la contaminación y sus efectos en el cambio climático, mediante las encuestas de manejo del cultivo en control químico se observara la eficiencia del uso de los pesticidas para que estos sean aplicados de una mejor manera.

Lo citado en el artículo 1, de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria del 3 de julio del 2017, la presente ley regula la sanidad agropecuaria, advirtiendo el ingreso y diseminación de plagas y enfermedades, promover el control y erradicación de estas, que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar un riesgo fito y zoonosológico. El artículo 16 de las funciones de los inspectores se deberá inspeccionar, verificar, tomar muestras de cualquier material susceptible de transmitir plagas y enfermedades y emitirán un informe técnico de la situación fito y zoonosológica,

La responsabilidad a cargo del control fitosanitario es la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosológico (Agrocalidad), quienes tienen como finalidad prevenir y controlar el

establecimiento de plagas que afecten a los vegetales, sus medidas deberán ser de aplicación inmediata y obligatoria para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas.

Lo mencionado anteriormente fortalece la investigación ejecutada en las dos localidades del cantón Pimampiro, donde se monitoreo *B. cockerelli* siendo esta una plaga de riesgo frente a una de las zonas más importantes en la producción de solanáceas en el norte del país, principalmente de tomate riñón.

CAPÍTULO III

4. MATERIALES Y METODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

El cantón Pimampiro pertenece a la provincia de Imbabura, se ubica a 52 kilómetros al noroeste de Ibarra, la extensión cantonal es de 442.5 km², que significan el 3.8% de la superficie total de la provincia de Imbabura, El rango altitudinal del cantón va desde los 2080 m.s.n.m hasta los 3960 m.s.n.m. (Peñaherrera, 2014). En la zona se identificaron las áreas con mayor producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), y se seleccionaron cinco invernaderos en conjunto con la fundación Vibriant Village Fundation cuatro en la localidad El Inca y uno en la localidad El Arbolito (Figura 11).

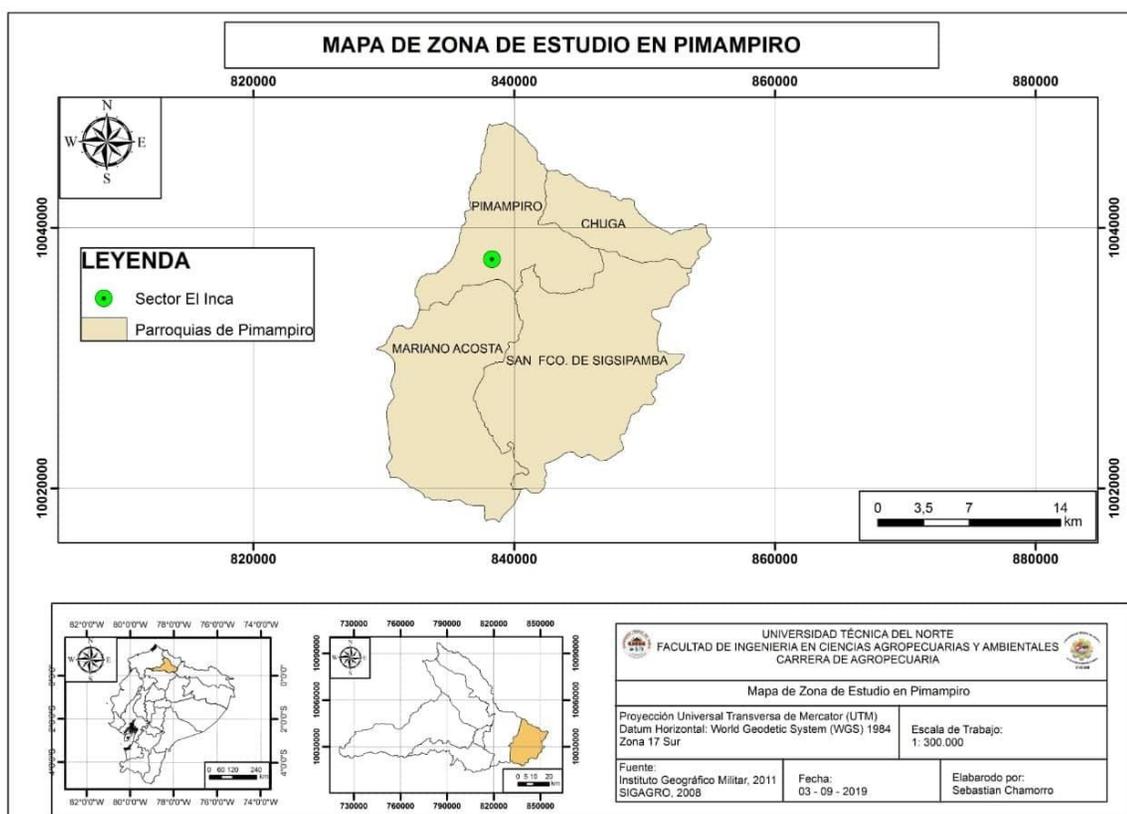


Figura 11. Mapa de localización del cantón Pimampiro

Nota: Datos Instituto Geográfico Militar 2011

3.2 Materiales

En la Tabla 5 se detallan los materiales, insumos y equipos que se utilizaron a lo largo de la investigación. Además, el software InfoStat® 2018 donde se procesaron los datos evaluados.

Tabla 5.

Materiales, equipos y paquete software

Materiales	Equipos	Paquetes software
Libreta de campo	Computadora	Base de datos de
Trampas amarillas	Medidor de temperatura Data Loggers -	Excel ®
HORIVER	HOBO Pro v2	InfoStat® 2018
Registros		
Rolopac		
Lupa 10X		
Lienzo		
Red entomológica		

3.3 Métodos

3.3.1 Población y muestra

Se realizó un estudio descriptivo aplicado al campo, con el propósito de evaluar los niveles de infestación *B. cockerelli* (Šulc) en cinco lotes de cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el cantón Pimampiro. Los datos colectados se tabularon en una plantilla del programa Microsoft Excel y se procesaron a través del programa InfoStat® versión 2018. Se trabajó con la metodología proporcionada por el INIAP en el monitoreo de *B. cockerelli* (Anexo 1).

3.3.2 Unidad muestral

Consiste en un lote establecido por pequeños productores, en donde no existen fuertes aplicaciones de pesticidas, con áreas entre 500 a 5000 m², 20 plantas por parcela se eligieron

aleatoriamente en forma X para el monitoreo, los datos se registraron cada 15 días en el cuaderno de campo, una vez recolectados los datos se tabularon en hoja de datos de Excel® para posteriormente ser procesados, el recorrido por el lote se lo realizó en forma de S (Figura 12).

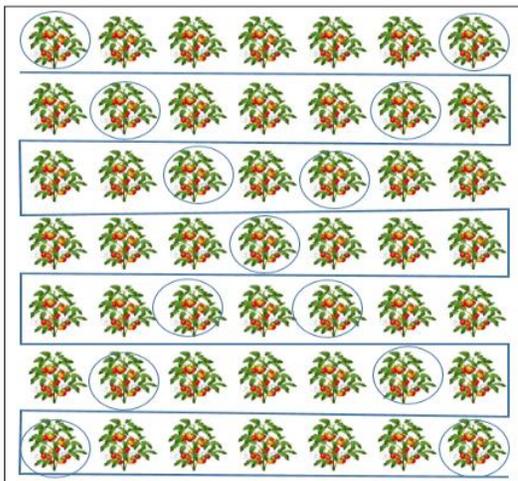


Figura 12. Plan de muestro de *B. cockerelli* en los lotes de tomate.

Se situaron cinco lotes, cuatro del ellos ubicados en la localidad El Inca (L1, L2, L3 y L4) y en la localidad El Arbolito un lote (L5), en la Tabla 6 se describe la variedad de planta de cada lote, la extensión del invernadero, el número de plantas sembradas por lote y el número de trampas amarillas recolectadas y reubicadas por cada monitoreo.

Tabla 6

Descripción de cada unidad muestral y número de trampas dispuestas por lote

N.º de Lote	Variedad	Extensión (m ²)	N.º de plantas por lote	N.º de trampas amarillas por lote
L1	Eterey	4 300	10 750	4
L2	2199	2 500	6 250	2
L3	Pietro	4 800	10 750	4
L4	Shala N	2 200	5 500	2
L5	Eterey	4 600	11 500	4

3.4. Variables en estudio

En esta sección se indican, las variables evaluadas según los días después del trasplante (ddt) y las etapas fenológicas del cultivo de tomate riñón. El cultivo tiene cinco etapas de desarrollo que son: trasplante, desarrollo vegetativo, floración, fructificación y cosecha.

3.4.1. Número de oviposturas

La evaluación de oviposturas, se realizó desde el trasplante del cultivo hasta finalizar producción, las evaluaciones se realizaron cada 15 días; se seleccionaron 20 plantas por lote al azar, distribuidas en forma de X dentro del invernadero (Figura 12, pág. 26). A cada planta se realizó un monitoreo durante cinco minutos con una lupa 10X, desde la parte apical hasta la basal, en el haz y envés de las hojas, en horario de nueve a tres de la tarde. Los conteos de ovipostura se registraron en los formatos establecidos por el INIAP y se subieron a la aplicación epicollet5 y Microsoft Excel donde se construyó una base de datos (Figura 13).



Figura 13. Huevos de *B. cockerelli* observados en cultivo de pimiento de la localidad El Inca

3.4.2. Número de ninfas

Se contabilizó el número de ninfas, en las 20 plantas seleccionadas según la metodología de oviposturas, cada quince días, en horario de nueve a tres de la tarde. Los estadios por evaluar

comprenden ninfas de 4-5 instar de desarrollo en tres hojas compuestas en la parte baja y tres en la parte media. Los datos se registraron en los formatos establecidos por el INIAP (Figura 14).

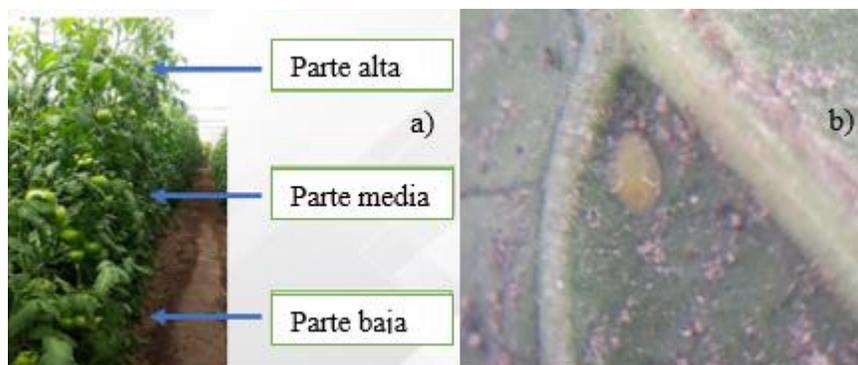


Figura 14. *Conteo de ninfas de B. cockerelli a) planta de tomate b) ninfa de B. cockerelli de quinto instar en cultivo de papa*

3.4.3. Número de adultos

El conteo de número de adultos, se realizó desde el trasplante del cultivo hasta finalizar producción, en trampas amarillas colocadas en el borde y centro del lote a cinco centímetros del brote apical de la planta (Figura 15). El número de trampas se estableció en referencia a ocho trampas por hectárea. La evaluación de las trampas se las efectuó cada 15 días por lote y los datos se registraron en los formatos establecido por el INIAP.

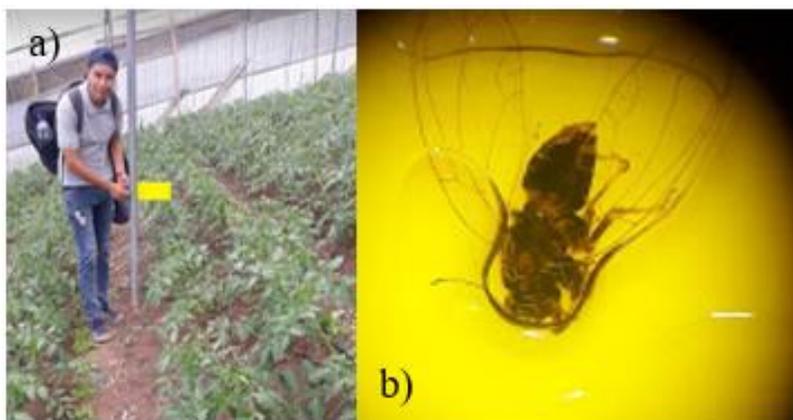


Figura 15. *Contabilización en trampas de adultos de B. cockerelli a) trampa colocada a 5 cm del brote apical de la planta b) Adulto de B. cockerelli observado en el estereoscopio*

3.4.4. Entomofauna

La colección de entomofauna, se realizó a través del uso de una red entomológica, en los alrededores de los cinco lotes evaluados para evaluar la presencia artrópodos benéficos. Se realizaron dos colecciones una en la etapa de fructificación y otra en la etapa de cosecha, las muestras biológicas colectadas se colocarán en frascos de vidrio, estos fueron transportadas al laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte, para posteriormente a cada individuo ser contabilizado y clasificado en base al orden, en cada uno de los lotes. Por otro lado, se contabilizó y registró los insectos artrópodos capturados mediante trampas dentro del invernadero, en cada uno de los lotes (Figura 16).

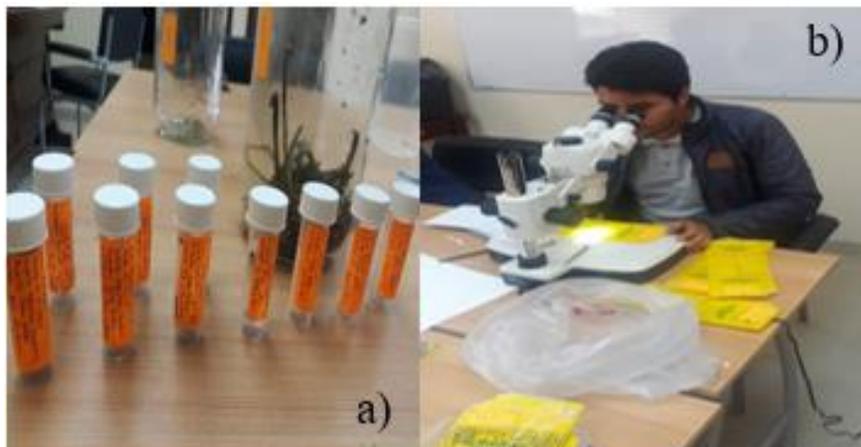


Figura 16. Clasificación de entomofauna encontrada, a) Por red entomológica b) Por trampas amarillas

3.4.6. Descripción agronómica del cultivo

A través de una encuesta, se registró el manejo agronómico del cultivo enfocado a recolectar información como: características generales del lote, cultivos aledaños, frecuencia de riego, control fitosanitario, labores culturales, etapa fenológica, etc. (Anexo 1)

3.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico realizado, para las variables adultos y entomofauna (capturada por trampa y red entomológica), fue el análisis de varianza (ANOVA), con transformación de datos debido a que no se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza; aquellos que resultaron con significancia estadística se sometieron a una prueba LSD Fisher ($\alpha=0.05$), donde se realizaron análisis por fenología y por días después del trasplante (ddt).

Por otro lado, para la descripción del levantamiento de información mediante encuesta, en la variable control químico por ser una variable categórica, se realizó un análisis de tablas de contingencia usando el chi cuadrado χ^2 , datos que fueron analizados en el programa InfoStat® versión 2018.

3.6 Manejo específico del experimento

3.6.1. Selección de lotes

Para la selección de lotes juntamente con técnicos de Vibrant Village Foundation e INIAP, se realizó un recorrido por las diferentes zonas productores del cantón Pimampiro, de las cuales se seleccionaron cinco lotes en base a los siguientes criterios:

1. El lote perteneciente a un pequeño productor con invernadero
2. Reducidas frecuencias de aplicación de plaguicidas
3. Compromiso del agricultor a mantener el lote durante la etapa de evaluación
4. Lotes en diferentes sitios de la comunidad

3.6.2. Identificación de lotes

Para la identificación de lotes, se registró información general de parroquia, localidad, nombre del agricultor, altitud, etc. (Anexo 1). Los lotes fueron identificados previo al inicio del monitoreo con las siglas L1, L2, L3, L4 para los lotes ubicados en la localidad El Inca y L5 para el ubicado en El Arbolito.

3.6.3. Ubicación del medidor de temperatura

El sensor datta logger, se ubicó dentro del invernadero central de los cinco evaluados. Los datos de temperatura se descargaron del equipo al final de la investigación, este registro la temperatura a cada hora durante el día.

3.6.4. Recorrido

El recorrido se realizó de acuerdo con el protocolo descrito en la unidad observacional (Figura 12, pág. 26).

3.6.5. Manejo de trampas amarillas

Las trampas amarillas se colocaron en el borde y centro del lote, según el tamaño del lote se estableció una trampa cada 1000 m², de acuerdo con el tamaño de los lotes se determinó el número de trampas a utilizar como se detalla en la Tabla 6, pág. 26, con un total de 16 trampas por monitoreo, cada trampa tenía un tamaño de 10 x 25 cm, estas fueron colocadas a 5 cm del brote apical de la planta, la altura de las trampas fue ajustada constantemente conforme al crecimiento de la planta.

Las trampas se colectaron cada 15 días y envueltas en plástico film, cada trampa se identificó de acuerdo con el número de lote, y en el sitio se ubicó una nueva trampa para la siguiente evaluación. Las trampas colectadas se colocaron en un táper plástico para ser transportadas al laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte, para posteriormente ser clasificadas según el orden del insecto con la ayuda de un estereoscopio.

3.6.6. Recolección de insectos artrópodos.

Durante la etapa de fructificación y cosecha, se colectó la entomofauna presente en el cultivo. Los pases con la red entomológica se realizaron en los alrededores de cada lote, una vez terminado

este proceso por lote, la tela tul con los insectos se colocaron en los frascos de vidrio, que fueron transportados en una caja de cartón al laboratorio de la Universidad Técnica del Norte, los insectos se identificaron por orden mediante claves taxonómicas con la ayuda de un estereoscopio, pinceles, pinzas y agujas entomológicas, colocándolos en frascos de plástico con 10 ml de alcohol al 70% como se observa en la Figura 16, pág. 30.

3.6.7. Conteo, identificación y clasificación de insectos en trampas.

Los insectos artrópodos colectados en las trampas amarillas siendo *B. cockerelli* e insectos de ocho ordenes (Hemiptera, Thysanoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Lepidoptera y arácnidos) fueron identificados, clasificados y contabilizados con la ayuda de un estereoscopio como se detalla en el formato del Anexo 3. Posteriormente, estos datos fueron tabulados en el programa Excel® y procesados en el programa InfoStat® versión 2018, en el cual se realizaron análisis de varianza por fenología y días después del trasplante (ddt).

3.6.8. Registro de Temperatura

Los datos de temperatura se registraron con la ayuda de un sensor HOBO Pro v2 Logger, el equipo se ubicó en el lote central de los cinco que comprendieron la evaluación, debajo de una de las estructuras de madera que sostienen el invernadero para su protección, la información se la descargó al final del ciclo del cultivo al finalizar el experimento y los datos se registraron cada hora a lo largo del día (Figura 17).

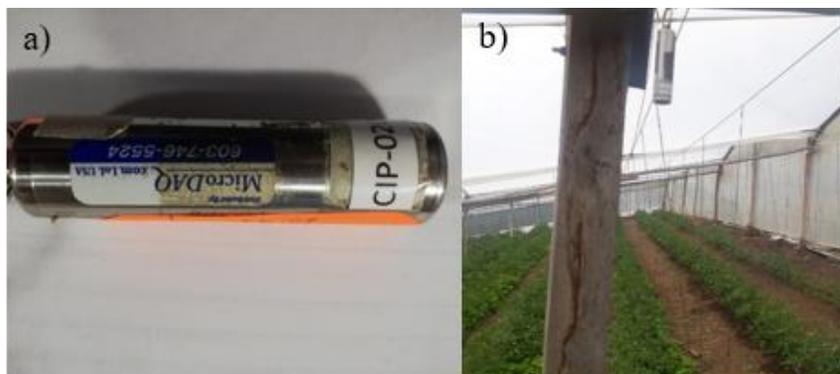


Figura 17. a) Sensores HOBO Pro v2 logger b) sensor en campo

3.6.9. Sintomatología por presencia de la enfermedad permanente del tomate

Mediante la observación, se identificó la sintomatología correspondiente a la enfermedad “Permanente del tomate” según la bibliografía y se registró las observaciones de la enfermedad cada 15 días en las mismas hojas tomadas para cuantificar huevos y ninfas (Anexo 1). Cabe recalcar que en los lotes evaluados no se encontró ninguna sintomatología que pudiera ser relacionada con la enfermedad Permanente del tomate transmitida por el insecto vector *B. cockerelli*.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación, realizada en dos localidades del cantón Pimampiro. En cuanto al monitoreo del insecto plaga *B. cockerelli*, causante de importantes pérdidas de producción en cultivos de la familia *solanaceae*, se presentan a continuación.

4.1. Número de huevos y ninfas

Los resultados de la investigación muestran la ausencia de huevos y ninfas de *B. cockerelli* en los cinco lotes seleccionados, tras haber realizado 12 monitoreos a lo largo de la investigación, el primer monitoreo en la localidad El Inca para los lotes L1, L2, L3 y L4, se la realizó a partir de los 30 días después del trasplante (ddt) del cultivo hasta la cosecha del mismo y en la localidad El Arbolito, el primer monitoreo se lo realizó a partir de los 15 días después de haberse realizado el trasplante del cultivo hasta su cosecha.

Uno de los factores que probablemente podría haber influenciado en la ausencia de huevos y ninfas de *B. cockerelli* en el cultivo, es la temperatura se menciona que la oviposición, la eclosión y supervivencia del insecto se reducen a una temperatura de 32 °C y cesan a 35 °C (Munyaneza J. E., 2010), Yang, Zhang y Hua (2010), en su experimento en papa, en condiciones de campo con una temperatura promedio de 22.8 °C, muestran que el 83% de huevos se perdieron, sugieren que una temperatura extremadamente alta podría impedir que las hembras ovipositen, mueran rápidamente o afecten su desarrollo y expresan la temperatura mínima y máxima (9.7 y 34.6 °C) en su investigación. En contraste, con la presente investigación se muestran los días donde la exposición de temperatura máxima del invernadero, sobrepasa el umbral máximo de temperatura de supervivencia de *B. cockerelli*, el cual se registra en 31 °C (Figura 23, 24, 25, 26 y 27),

Según Cerna-Chávez et al., (2018), la temperatura entre 16 a 21 °C aumenta con rapidez la población del psílido, las superiores a 32 °C interrumpen la oviposición, eclosión de huevos y se reduce la supervivencia de ninfas y a una exposición en el transcurso de dos horas de 37 °C resulta mortal para huevos y ninfas de *B. cockerelli*, en la presente investigación se puede observar

registros de exposición de temperatura máxima donde se alcanza los 37 °C (Figura 23), por lo que se sugiere que la temperatura sería un factor determinante para que se de este resultado. Sin embargo, no se cuenta con un registro donde se observe cuanto tiempo se mantuvo esta temperatura constante durante el día.

Por otro lado, en presente investigación se registraron dos días con una exposición de temperatura por debajo del umbral de supervivencia del insecto *B. cockerelli* (Figura 23). Sin embargo, un estudio realizado por Henne et al., (2010), menciona que tanto las ninfas y los adultos son muy tolerantes al frío, las ninfas sobreviven a -15 °C a una exposición temporal y el 50% de adultos a una exposición de -10 °C pueden sobrevivir más de 24 horas.

También, otro de los factores que probablemente pueden haber influenciado en este resultado, se encuentre en el manejo agronómico del cultivo, específicamente hablando del control fitosanitario, en los cinco lotes monitoreados se aplicaron los insecticidas abamectina lote (1,2,3,4 y 5), metomil lote (2,4 y 5), lambdacialotrina lote (2 y 4), permetrina lote (4), cipermetrina lote (4), spinosad lote (5) y bifentrina lote (1,2,4 y 5), si bien el objetivo biológico de los insecticidas fue mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), minador (*Tuta absoluta* [Meyrick]), ácaro (*Tetranychus* sp.), pulgones (*Aphis* sp.) y trips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]).

La eficiencia y frecuencia de aplicación de varios de estos insecticidas aplicados en los lotes evaluados, podrían ser causa de la ausencia de ninfas de *B. cockerelli*, así lo demuestran estudios realizados por Berry, Walker, y Butler (2009), en el caso del metomil y lambdacialotrina estos insecticidas obtuvieron una mortalidad del 98-100% en ninfas de *B. cockerelli*. Otro estudio, muestra al insecticida permetrina aplicado en tomate en concentración de 136g i.a. /ha lograr una mortalidad a las 48 h del 95% de ninfas de *B. cockerelli* y lambdacialotrina en concentración de 28g i.a./ha obtiene una mortalidad del 85-100% a las 24 y 48 h después de la aplicación. Sin embargo, estos productos matan toda la fauna benéfica (Maya Hernandez et al., 2003).

También, la cipermetrina con base en la tesis realizada por Medina Lerena (2007), registró a este producto con 78.2% para el control de ninfas de *B. cockerelli* en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) con una dosis de 100g i.a./ha y el insecticida spinosad registró una mortalidad del

70% en ninfas de *B. cockerelli* colocadas en discos de hojas de tomate e inmersas en insecticida en dosis de 0.5 L ha⁻¹ y solo el 32% de mortalidad a las 24 h después de su exposición en hojas tratadas con insecticidas (Luna Cruz et al. 2011).

Por último, estos factores no son los únicos que deberíamos tomar en cuenta para determinar el porqué de la ausencia de huevos y ninfas de *B. cockerelli* en los lotes evaluados, tanto factores bióticos y abióticos como son el viento, la humedad relativa, la eficiencia de aplicación de insecticidas, la presencia de enemigos naturales, etc. No fueron apreciados en la presente investigación

4.2. Número de adultos

El insecto *B. cockerelli* se encontró presente en su etapa de adulto en las dos localidades muestreadas a excepción del segundo lote (L2), este ubicado en la localidad El Inca. Para esta variable se realizaron dos análisis, el primero por fenología y el segundo por días después del trasplante (ddt), como se detallan a continuación.

4.2.1. Análisis por fenología localidad El Inca y El Arbolito

Los resultados del análisis de varianza muestran que no existe una interacción entre localidad y etapa fenológica con respecto a la variable número de insectos de *B. cockerelli* ($F=0.81$; $gl= 4$; $p=0.5220$), con respecto al factor etapa fenológica no se encontraron diferencias significativas ($F=0.08$; $gl= 4$; $p=0.9879$). Pero si existe una diferencia significativa en localidad ($F=13.18$; $gl= 1$; $p=0.0003$) con respecto a la variable número de insectos adultos de *B. cockerelli* independientemente de la etapa fenológica (Tabla 7).

Tabla 7.

Análisis de varianza del conteo de adultos de *B. cockerelli* por trampa colectados en el sector El Arbolito y El Inca,

	gl FV	gl Eex	F-value	p-value
(Intercept)	1	179	11.62	0.0008
Localidad	1	179	13.81	0.0003
Etapafen	4	179	0.08	0.9879
Localidad: etapafen	4	179	0.81	0.5220

Los resultados de las pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$), muestran que se presenta un 86% de diferencia entre las poblaciones de adultos de *B. cockerelli* capturadas por trampas para la localidad El Inca, con respecto a la población encontrada de la localidad El Arbolito (Figura 18).

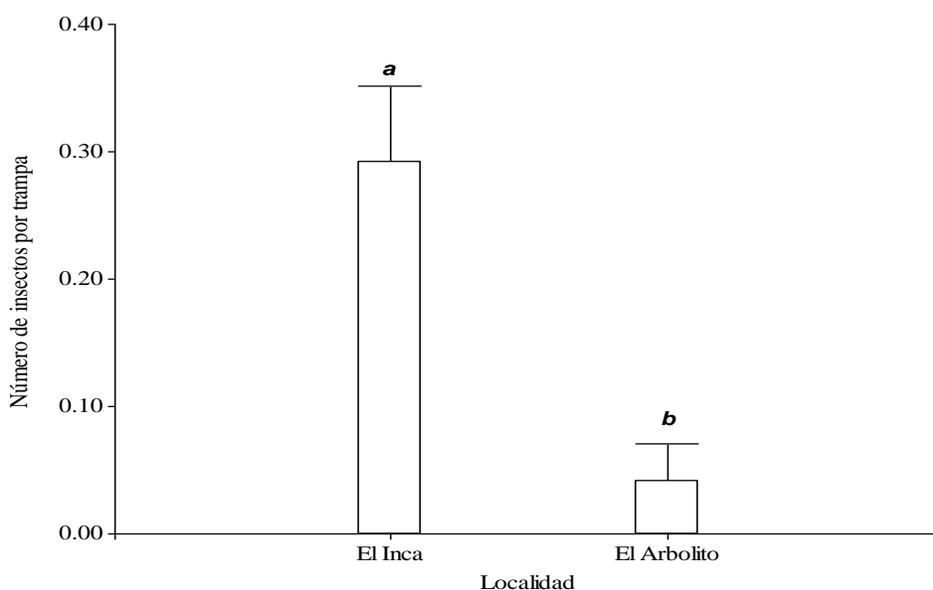


Figura 18. Conteo de adultos de *B. cockerelli* en la localidad El Inca y El Arbolito

Los resultados se muestran coincidentes con Nava Camberos, Sánchez Galván y Ávila R., (2010) en su investigación con respecto a la localidad, esta investigación fue realizada en México y se menciona que las densidades del vector *B. cockerelli* varían en función de la localidad. Sin

embargo, ellos registran una población muy diferente a la presentada, donde encontraron niveles de infestación promedio de 0.001 a 0.72 adultos por hoja en el cultivo de tomate. En la presente investigación las localidades se encontraban a 3.5 km de distancia la una de la otra, la densidad promedio encontrada por localidad, en El Inca fue de 0.29 y para la localidad El Arbolito de 0.04 insectos por trampa en el cultivo de tomate.

Esta diferencia de población de *B. cockerelli* entre localidades, podría deberse a varios factores, las dos localidades comparten un símil en el manejo agro cultural. Sin embargo, difieren en varios aspectos como la extensión de área del cultivo (Tabla 6, pág. 49), la rotación de insecticidas, en la Tabla 32 podemos observar la cantidad de ingredientes activos de insecticidas, utilizados por lote en su rotación para el control de plagas, se puede apreciar que se realizó una mayor rotación insecticidas en los lotes (L2)-localidad El Inca (no se capturaron insectos de *B. cockerelli*) y en el lote (L5)-localidad El Arbolito (se encontró la población más baja). Además, en estos lotes se aplicaron varios insecticidas probados para el control del psílido, antes mencionados en la variable número de huevos y ninfas.

No obstante, para considerar al control fitosanitario como la causa de la desigualdad entre poblaciones del psílido entre las dos localidades, es necesario conocer los equipos de aspersión, su calibración, el uso de boquillas adecuadas, el horario de aplicación, la forma de aplicación del insecticida, Cuesta et al., (2018) menciona que es fundamental que el insecticida cubra el envés de hojas bajas, ya que es el lugar donde se aloja el insecto *B. cockerelli*. Los datos anteriormente mencionados no fueron registrados en la presente investigación.

4.2.2. Análisis por días después del trasplante localidad El Inca

En cuanto al conteo de insectos adultos de *B. cockerelli*, con los días después del trasplante en la localidad El Inca. En el primer lote (L1) variedad Eterey la densidad poblacional promedio se registra en un rango de 0 a 1.75 insectos por trampa por monitoreo, a lo largo del ciclo del cultivo. La mayor captura del psílido se registra durante los primeros cuatro muestreos entre los días 38 y 91 (ddt).

Al contrario, con el estudio realizado por Nava-Camberos et al. (2017), que muestra poblaciones bajas de adultos de *B. cockerelli* hasta los días 50 días después del trasplante en el cultivo de tomate, después de estos días la población aumenta hasta su punto máximo a los 80 (ddt), con 6.3 y 10.6 adultos por hoja en las variedades Sahel y TOP 1182 respectivamente, una población mucho más alta que la encontrada en la presente investigación, donde el conteo fue por trampa. La población desciende entre los monitoreos realizados entre los días 106 y 120 y vuelve a subir al día 135 (ddt) (Figura 19), estas fluctuaciones de la población del psílido coinciden con el registro de la Tabla 15, donde se muestra una fuerte aplicación consecutiva de los insecticidas abamectina, bifentrina y thioacylam en su rotación entre los días 61 y 106; 135 y 150 (ddt).

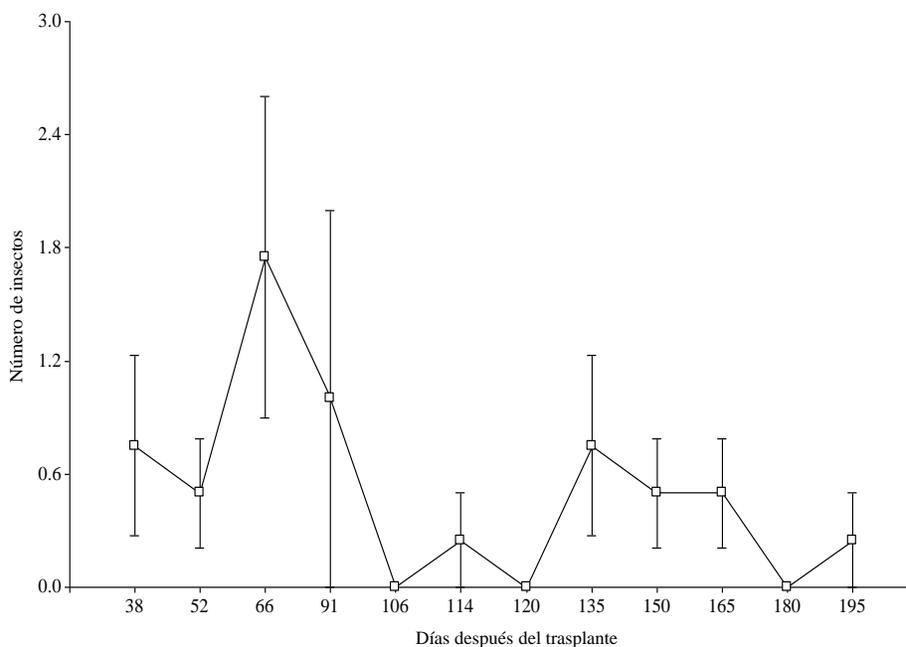


Figura 19. Número de insectos adultos de *B. cockerelli* por días después del trasplante, contabilizados en el primer lote (L1) localidad El Inca.

En el tercer lote (L3) variedad Pietro, la densidad poblacional promedio se observa en un rango de 0 a 1.25 insectos por trampa por monitoreo a lo largo del ciclo del cultivo. La mayor captura del psílido se registra a partir del día 135 (ddt) (Figura20). Estos resultados difieren con lo obtenido por Rubio Covarrubias et al. (2006) en el cultivo de papa en México, muestran que la población

de psílidos adultos de *B. cockerelli* capturados en trampas amarillas se mantuvieron constantes durante todo el ciclo del cultivo con un promedio máximo de cuatro adultos por trampa.

Además, en este lote se realizó un control de plagas con una rotación de tan solo tres insecticidas abamectina, imidacloprid y thiocyclam a lo largo del cultivo, si bien existen estudios como los realizados por Berry, Walker, y Butler (2009), sobre la eficiencia del insecticida abamectina (a las 168 h post pulverización) e imidacloprid para el control del psílido con un alta mortalidad del 100 y 53% respectivamente, no se tuvo una rotación adecuada, el cultivo estuvo expuesto a un prolongado periodo de tiempo a un mismo modo de acción (Tabla 23).

Existe una cierta correlación con la fluctuación de la población del psílido con el control fitosanitario, sus mayores aplicaciones se las realizaron durante los primeros 114 (ddt), donde la población del insecto fue baja y luego se vuelve a realizar aplicaciones entre los días 150 y 165 (ddt) (Tabla 23). Sin embargo, la población siguió en aumento hasta su pico más alto al final del ciclo de 1.25 insectos por trampa por monitoreo el día 195 después del trasplante.

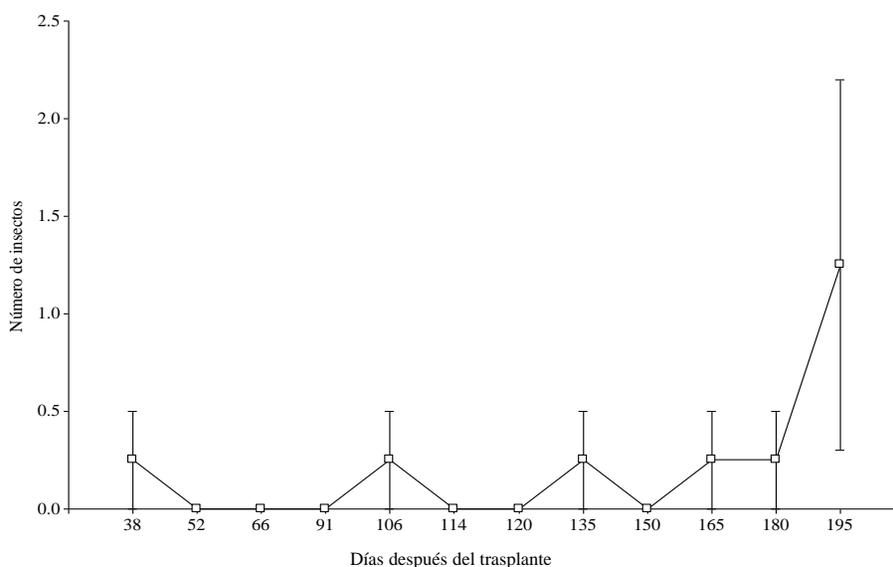


Figura 20. Número de insectos adultos de *B. cockerelli* por días después del trasplante, contabilizados en el tercer lote (L3) localidad El Inca.

En el cuarto lote (L4) variedad Shala N, la densidad poblacional promedio se observa en un rango de 0 a 0.9 insectos por trampa por monitoreo a lo largo del ciclo del cultivo. Las primeras

capturas se las realizan entre los monitoreos realizados en los días 41 y 35 (ddt), luego desaparecen hasta el día 138 (ddt), a partir del monitoreo realizado en el día 138 (ddt) hasta el final del ciclo se registra la mayor captura del psílido (Figura 21), en este lote se aplicaron siete insecticidas todas las aplicaciones se las realizaron justamente durante los primero 138 (ddt), después de este día no se realizó ninguna aplicación de insecticidas.

De los siete insecticidas abamectina, acefato, bifentrina, lambdacialotrina, metomil, thiocyclam, alfacipermetrina y permetrina aplicados en este lote, ya se han puntualizado estudios de eficiencia para el control del psílido *B. cockerelli* a excepción del acefato. Sin embargo, Contreras-Miranda y Ramírez Marin (2020), exponen al acefato alcanzar una mortalidad del 75% en adultos del chinche marrón (*Euchistus heru*) insecto plaga de la soja perteneciente al orden Hemiptera, al cual pertenece nuestro insecto plaga en estudio.

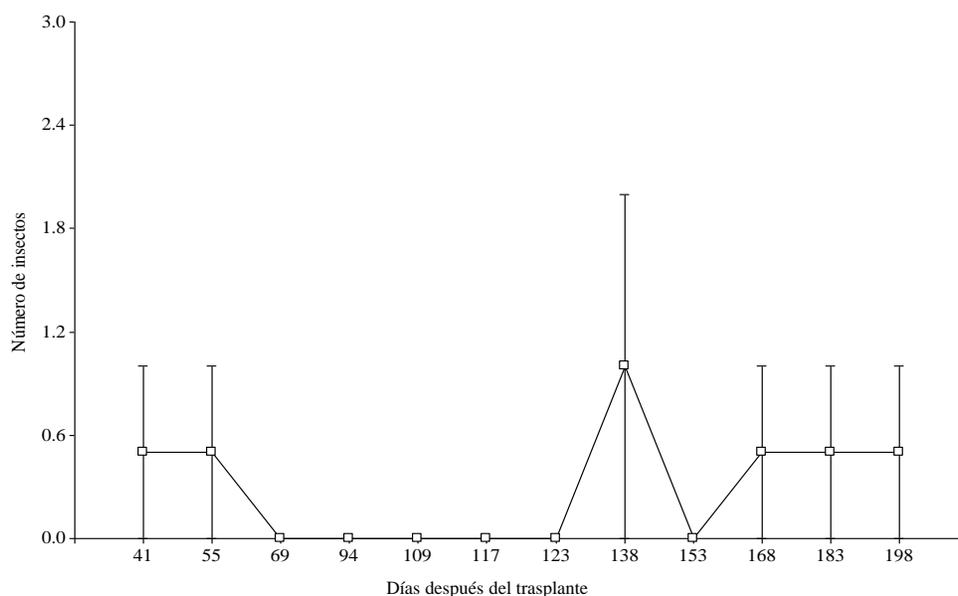


Figura 21. Número de insectos adultos de *B. cockerelli* por días después del trasplante, contabilizados en el cuarto lote (L4) localidad El Inca.

4.2.2. Análisis por días después del trasplante localidad El Arbolito

En el quinto lote (L5) variedad Eterey, la densidad poblacional promedio se observa en un rango de 0 a 0.25 insectos por trampa por monitoreo a lo largo del ciclo del cultivo. En este lote se recolectaron insectos de *B. cockerelli* en dos monitoreos específicos los realizados en los días 119

y 149 (ddt) (Figura 22). En este lote hay dos periodos donde se concentran las aplicaciones de insecticidas al cultivo de tomate, la primera entre los días 30 y 75, y la segunda entre los días 119 y 149 (ddt), la aparición del psílido coincide con la segunda aplicación de insecticidas al cultivo (Tabla 31), en este periodo se aplicaron siete insecticidas con el objetivo biológico de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) y trips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) que fueron las más abundantes en el cultivo (Figura 27).

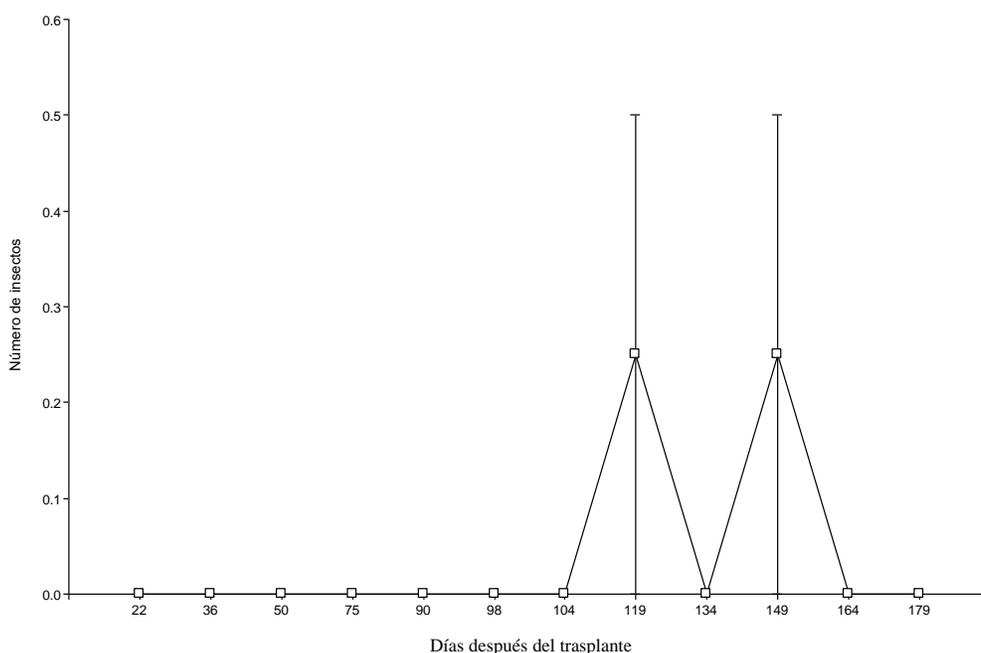


Figura 22. Número de insectos adultos de *B. cockerelli* por días después del trasplante, contabilizados en el quinto lote (L5) localidad El Arbolito.

En la presente investigación a pesar de haberse encontrado una población muy baja del insecto, se puede apreciar un símil en la aparición del insecto partir del día 110 aproximadamente, en los lotes Pietro (L3), Shala N (L4) y Eterey (L5) El Arbolito. Por el contrario, con la variedad Eterey (L1) El Inca que su mayor población se encontró durante los primeros 90 días después del trasplante.

4.3. Temperatura dentro del invernadero

En cuanto a la correlación de adultos de *B. cockerelli* con la temperatura interna del invernadero, en los cuatro lotes (L1), (L3), (L4) y (L5). Se registra mayor captura de adultos, en días donde la exposición de temperatura máxima del invernadero, supera el umbral de temperatura máxima de supervivencia del insecto. Seguramente influenciado una mayor actividad de vuelo del insecto.

En el primer lote (L1) de la localidad el Inca, la temperatura mínima se registró en los días 74 y 170 (ddt) (05/10/2019 y 09/01/2020) con 6.84 y 6.1°C respectivamente, siendo el umbral mínimo de 7 °C y el máximo de 31 °C para *B. cockerelli* (Oluwashola et al., 2020) y conociéndose que el desarrollo óptimo del psílido ocurre a los 27 °C la supervivencia, oviposición y eclosión se reducen a los 32 °C y mueren a los 35 °C (Munyaneza J. E., 2010).

Se puede observar marcado con barras verticales azules, capturas del insecto *B. cockerelli* en días donde los registros de exposición temporal de temperatura máxima sobrepasa el umbral de supervivencia del insecto, el día 38 (ddt) (hora 10:00, 11:00 am y 12:00 pm, temperaturas de 32.25, 35.26 y 36.26 °C respectivamente), el día 66 (ddt) (hora 12:00, 13:00, 14:00 Y 15:00 pm, temperaturas de 33.06, 34.12, 30.75 y 32.31 °C respectivamente), el día 91 (ddt) (hora 11:00 am y 12:00 pm, temperaturas de 32.37 y 34.39 °C respectivamente) y el día 165 (ddt) (hora 10:40, 11:40 am y 12:40, 13:40, 14:40 pm, temperaturas de 33.3, 35.8, 37.6, 38.8 y 36.9 °C respectivamente).

Por el contrario, también se registran capturas donde no se sobrepasa el umbral de desarrollo del insecto los días 52 (T° mín.=11.67 °C, T° media=16.74 °C y T° máx.=27.04 °C), 114 (T° mín=13 °C, T° media=18.17 °C y T° máx.=27.7 °C), 135 (T° mín=12.2 °C, T° media=18.03 °C y T° máx.=29.7 °C), y 150 (ddt) (T° mín=12 °C, T° media=17.23 °C y T° máx.=27.9 °C) (Figura 23).

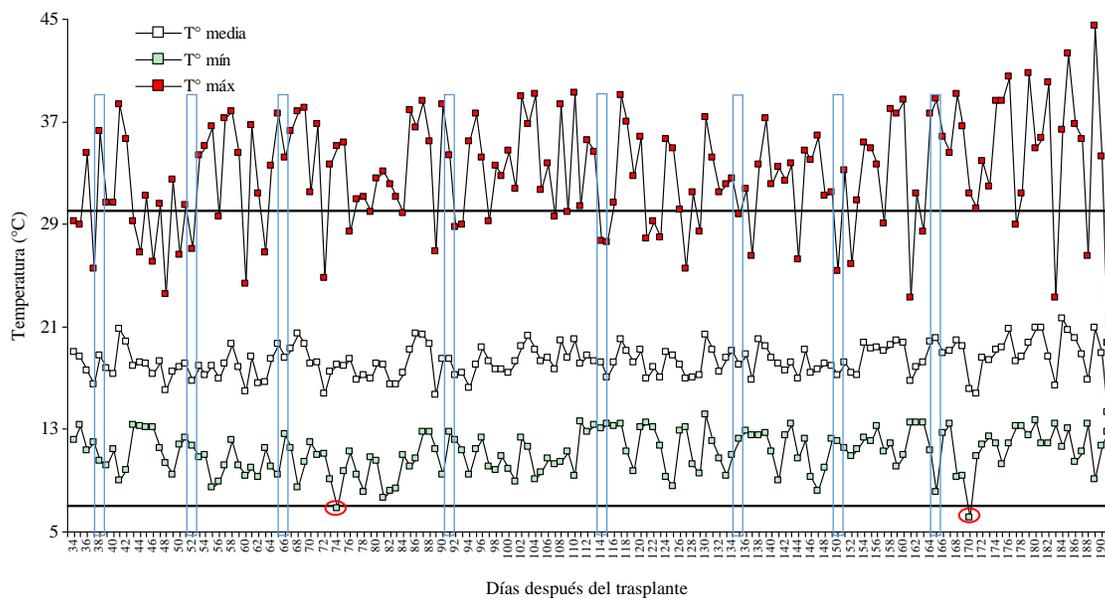


Figura 23. Fluctuación de temperatura, primer lote (L1), en la localidad El Inca

En el segundo lote (L2) de la localidad el Inca, la temperatura mínima se registró en los días 71 y 167 (ddt) (05/10/2019 y 09/01/2020) con 6.84 y 6.1°C respectivamente. Además, se observan días donde los registros de exposición temporal de temperatura máxima, sobrepasan el umbral de supervivencia del insecto *B. cockerelli* a lo largo de la investigación. En este lote, no se registraron capturas del insecto *B. cockerelli* (Figura 24).

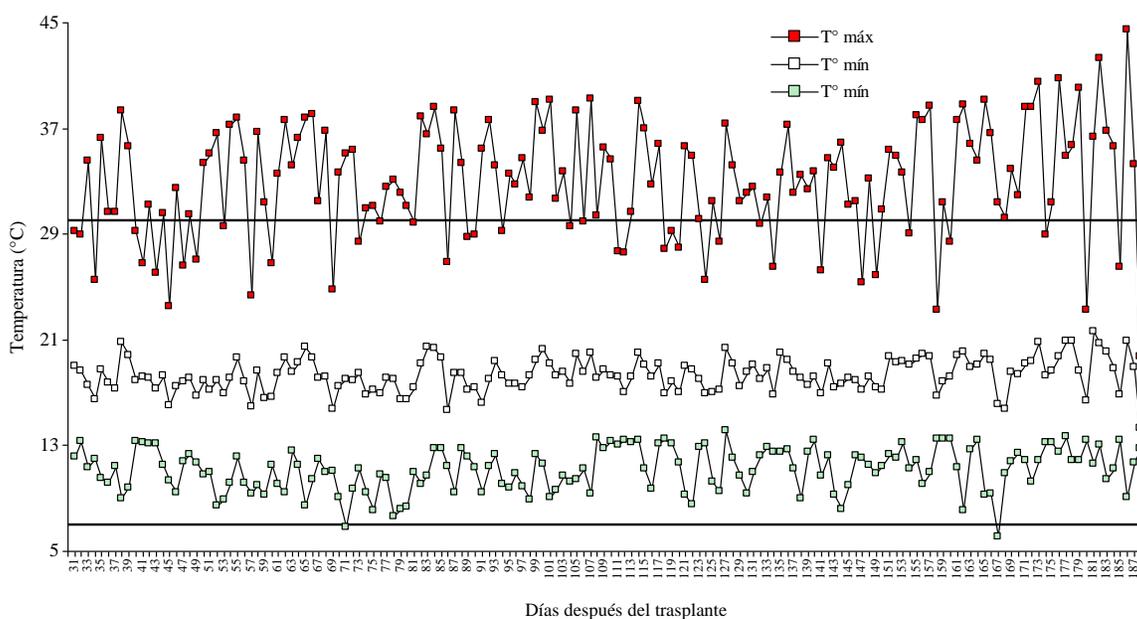


Figura 24. Fluctuación de temperatura, segundo lote (L2), en la localidad El Inca

En el tercer lote (L3) de la localidad el Inca, la temperatura mínima se registró en los días 74 y 170 (ddt) (05/10/2019 y 09/01/2020) con 6.84 y 6.1°C respectivamente. Además, se puede observar marcado con barras verticales azules, capturas de *B. cockerelli* en días donde los registros de exposición temporal de temperatura máxima, sobrepasan el umbral de supervivencia del insecto, el día 38 (ddt) (hora 10:00, 11:00 am y 12:00 pm, temperaturas de 32.25, 35.26 y 36.26 °C respectivamente), el día 106 (ddt) (hora 13:00 y 14:00 pm, temperaturas de 32.81 y 33.75 °C respectivamente), el día 165 (ddt) (hora 10:40, 11:40, am y 12:40, 13:40, 14:40 pm, temperaturas de 33.3, 35.8, 37.6, 38.8 y 36.9 °C, respectivamente) y el día 180 (ddt) (hora 10:40, 11:40 am y 12:40, 13:40, 14:40, 15:40 pm, temperaturas de 32.8, 34.9, 34.1, 33.8, 29.4 y 32.9 °C respectivamente).

Por el contrario, también se registran capturas donde no se sobrepasa el umbral de desarrollo del insecto el día 135 (ddt) (T° mín=13 °C, T° media=18.03 °C y T° máx.=29.7 °C) (Figura 25).

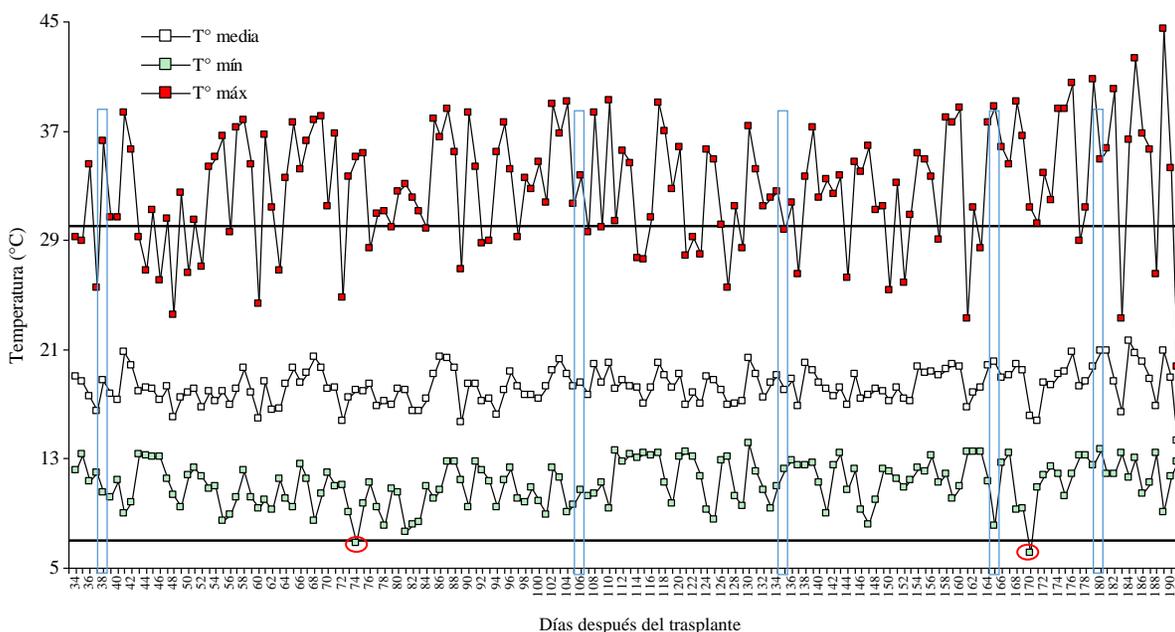


Figura 25. Fluctuación de temperatura, tercer lote (L3), en la localidad El Inca

En el cuarto lote (L4) de la localidad el Inca, la temperatura mínima se registró en los días 77 y 173 (ddt) (05/10/2019 y 09/01/2020) con 6.84 y 6.1°C respectivamente. Además, se puede observar marcado con barras verticales azules, capturas de *B. cockerelli* en días donde los registros de exposición temporal de temperatura máxima, sobrepasan el umbral de supervivencia del

insecto, el día 41 (ddt) (hora 10:00, 11:00 am y 12:00 pm, temperaturas de 32.25, 35.26 y 36.26 °C respectivamente), el día 168 (ddt) (hora 10:40, 11:40, am y 12:40, 13:40, 14:40 pm, temperaturas de 33.3, 35.8, 37.6, 38.8 y 36.9 °C respectivamente), y el día 183 (ddt) (hora 10:40, 11:40 am y 12:40, 13:40, 14:40, 15:40 pm, temperaturas de 32.8, 34.9, 34.1, 33.8, 29.4 y 32.9 °C respectivamente).

Por el contrario, también se registran capturas donde no se sobrepasa el umbral de desarrollo del insecto el día 55 (ddt) (T° mín.=11.67 °C, T° media=16.74 °C y T° máx.=27.04 °C) y 138 (ddt) (T° mín.=13 °C, T° media=18.03 °C y T° máx.=29.7 °C) (Figura 26).

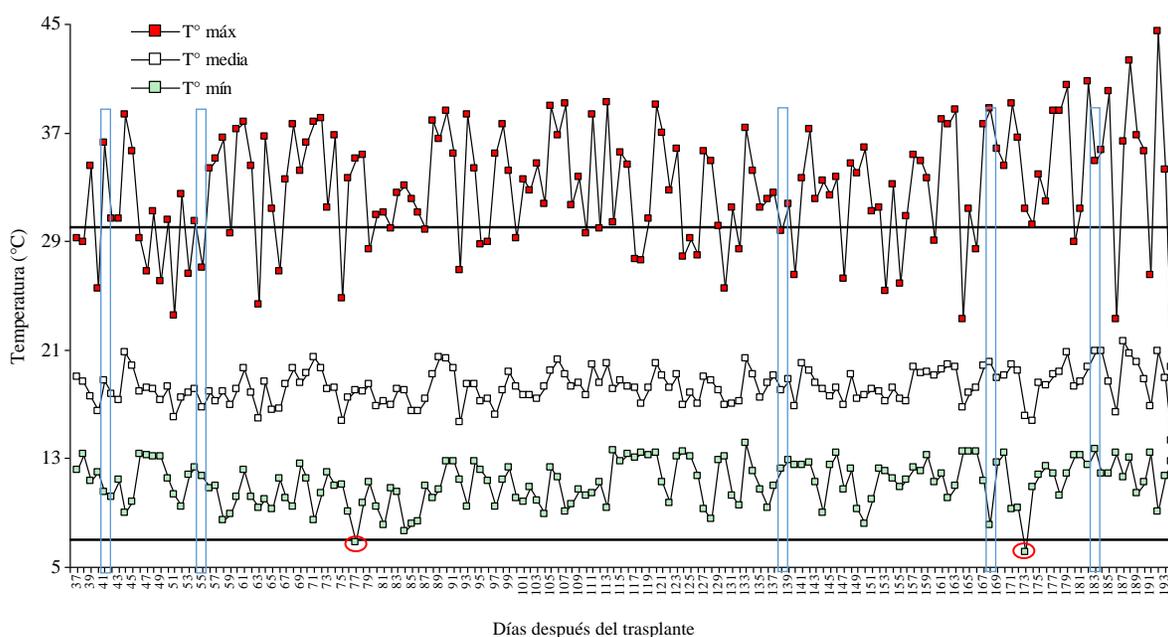


Figura 26. Fluctuación de temperatura, cuarto lote (L4), en la localidad El Inca

En el quinto lote (L5) de la localidad El Arbolito, la temperatura mínima se registró en los días 58 y 154 (ddt) (05/10/2019 y 09/01/2020) con 6.84 y 6.1°C respectivamente. Además, se puede observar una captura de *B. cockerelli* en donde el día registra una exposición temporal de temperatura máxima que sobrepasa el umbral de supervivencia del insecto, el día 149 (ddt) (hora 10:00, 11:00 am y 12:00 pm, temperaturas de 32.25, 35.26 y 36.26 °C respectivamente). Por el contrario, se registra una captura donde no se sobrepasa el umbral de desarrollo del insecto el día 119 (ddt) (T° mín.=12.2 °C, T° media=18.03 °C y T° máx.=29.7 °C) (Figura 27).

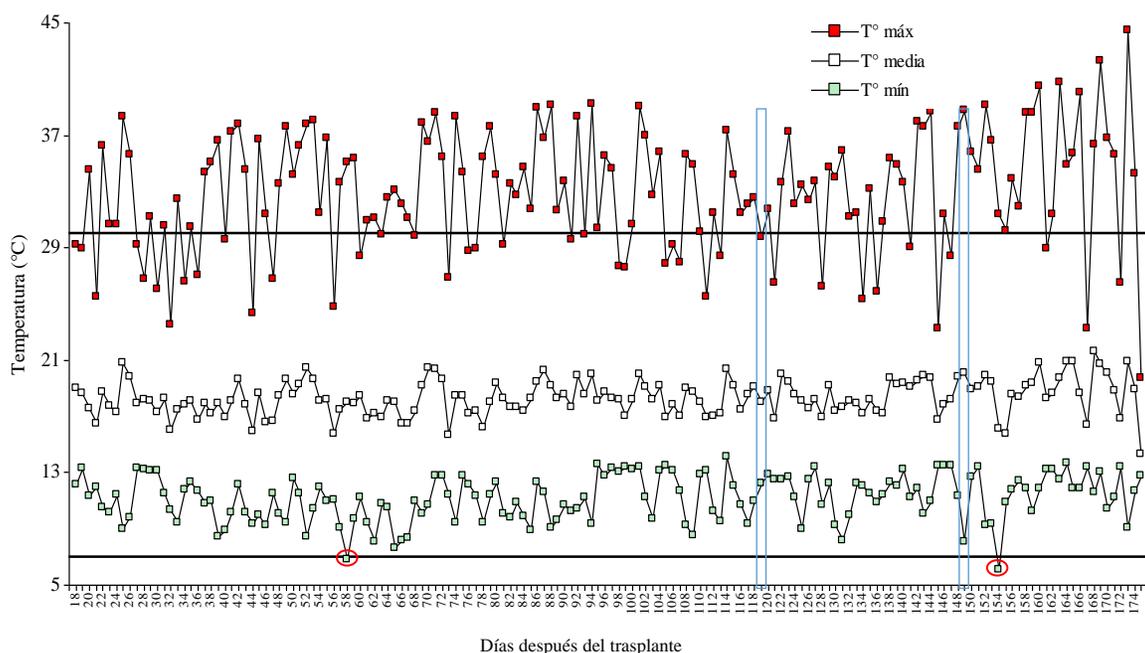


Figura 27. Fluctuación de temperatura, quinto lote (L5), en la localidad El Arbolito

4.4. Clasificación de insectos artrópodos por orden colectados en trampas

4.4.1. Análisis por fenología, localidad El Inca y El Arbolito

El análisis de varianza indica que no existe interacción entre localidad, orden de insectos y etapa fenológica del cultivo ($F=1.16$; $gl= 28$; $p= 0.2530$). Sin embargo, existe interacción entre las variables orden de insecto y etapa fenológica ($F=4.57$; $gl= 28$; $p= <0.0001$) con respecto a la variable número de insectos artrópodos por trampa colectados en las localidades. Por el contrario, no se encontró interacciones entre localidad y etapa fenológica del cultivo ($F=0.22$; $gl= 4$; $p= 0.9300$). No obstante, existe una interacción entre localidad y orden de insectos ($F=2.67$; $gl= 7$; $p=0.0095$) para la variable número de insectos (Tabla 8).

Tabla 8.

Análisis de varianza de la clasificación de insectos artrópodos adultos por orden colectados en trampas.

Fuentes de variación	gl FV	gl Eex	F-value	P-value
(Intercept)	1	1453	6.38	0.0117
Localidad	1	1453	0.69	0.4073
Orden	7	1453	129.06	<0.0001
Etapafen	4	1453	0.75	0.5554
Localidad: Orden	7	1453	2.67	0.0095
Localidad: etapafen	4	1453	0.22	0.9300
Orden: etapafen	28	1453	4.57	<0.0001
Localidad:Orden:etapafen	28	1453	1.16	0.2530

Los resultados de las pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$), para localidad y orden, muestran diferencias estadísticas significativas en el orden Hemiptera, en las dos localidades muestreadas. El Inca registra un promedio de 3 225 individuos y El Arbolito 1 540 individuos del orden Hemiptera por trampa, adicionalmente no se registraron diferencias significativas en los ordenes, Diptera y Thysanoptera, en el orden Diptera un promedio de 65 individuos para El Inca y 60 individuos en El Arbolito y el orden Thysanoptera 76 y 39 individuos para la localidad El Inca y El Arbolito respectivamente. Además, no se observaron diferencias en los ordenes Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Arácnidos y Neuroptera, en los cuales se observó una población similar durante el ciclo del cultivo, con un promedio de 2.55, 0.59, 0.28, 0.13 y 0 individuos respectivamente para cada orden (Figura 24).

El orden Hemiptera fue el más abundante en las dos localidades; seguido por los ordenes Diptera con una población menor del 98 y 96% entre ordenes de la misma localidad, con respecto al orden Hemiptera, así mismo el orden Thysanoptera registra una población menor con un porcentaje de 98 y 97% con respecto al orden Hemiptera.

En la clasificación realizada en el orden Hemiptera, se pudo observar que casi en su totalidad, los individuos fueron insectos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporarium* West.), esta observación

coincide con el estudio realizado por Ruiz Nájera et al., (2011), que menciona a este insecto plaga como el más abundante dentro cultivo de tomate riñón.

Además, el número de individuos del orden Hemiptera de la localidad El Inca supera en un 52% a la registrada en localidad El Arbolito. Así mismo ocurre con los órdenes Diptera y Thysanoptera, se registra una población mayor para la localidad El Inca 8 y 49% respectivamente.

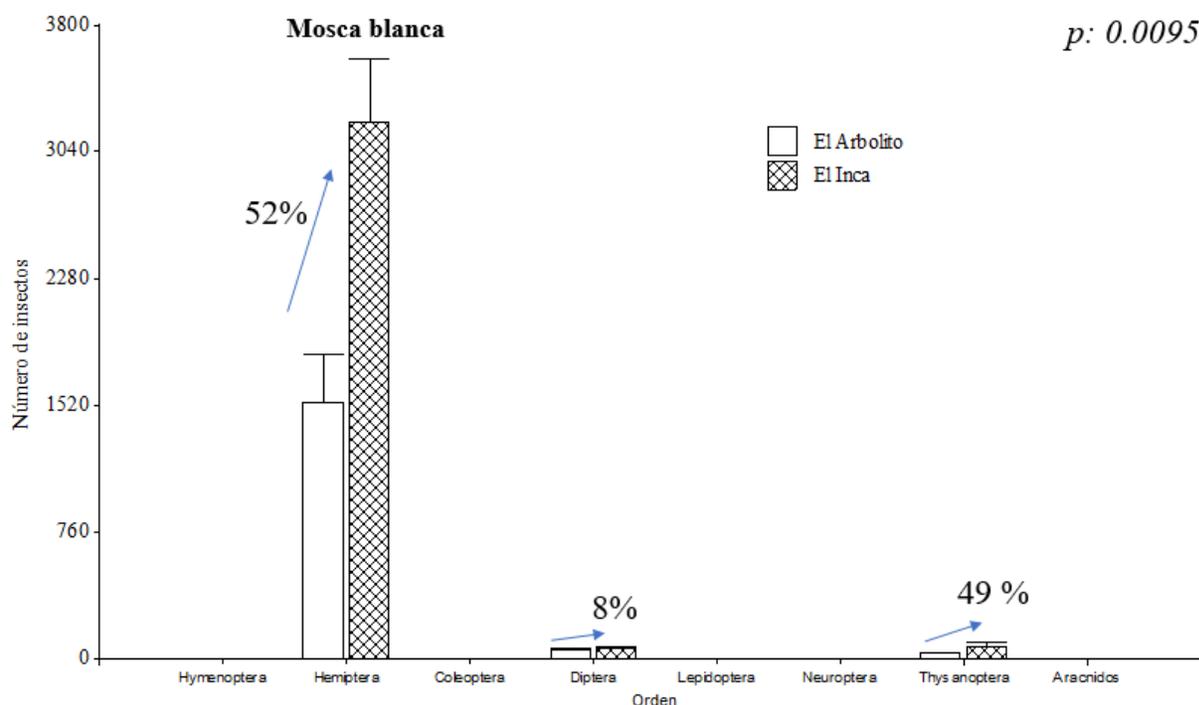


Figura 24. Clasificación de insectos artrópodos por orden y localidad en el cultivo de tomate en la localidad El Inca y El Arbolito

En cuanto al análisis de varianza las pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$), entre orden y etapa fenológica del cultivo. Se puede observar un crecimiento significativo de la población del orden Hemiptera, entre el periodo que separa trasplante-desarrollo vegetativo y floración-fructificación-cosecha, 78% de diferencia en su población promedio, el promedio para la etapa desarrollo vegetativo fue de 661 individuos y para floración 2 759 individuos. Posteriormente, a la etapa de floración se observa un crecimiento de la población de individuos hasta el final del ciclo del cultivo, sin mostrar diferencia estadística significativa entre las etapas de floración, fructificación y cosecha (Figura 25).

En caso del orden Diptera, la mayor captura se registró en la etapa de cosecha, con un promedio de 89 individuos, 57% superior a la etapa de fructificación. De igual forma, se registra en el orden Thysanoptera, mayor captura en la etapa de cosecha, con promedio de 107 individuos, 38% superior a la etapa de desarrollo vegetativo y 36% a las etapas de trasplante, floración y fructificación, donde no se observaron diferencias entre etapas con promedio de 40 individuos.

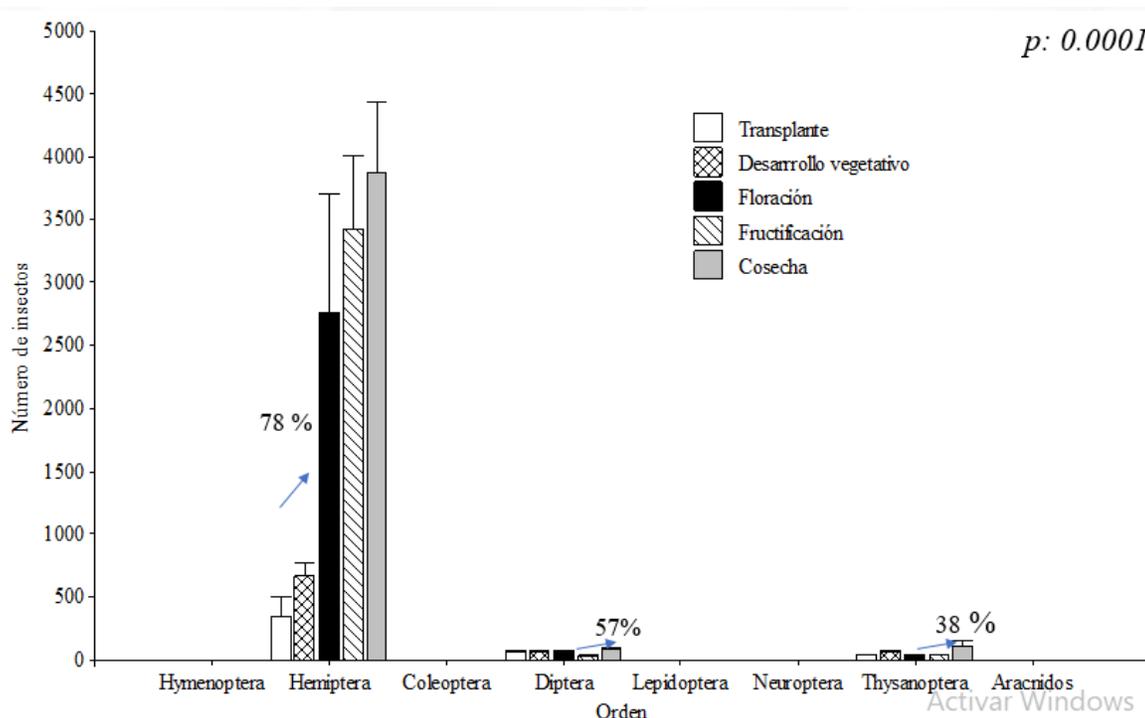


Figura 25. Clasificación de insectos artrópodos por orden y por etapa fenológica, localidad El Inca y El Arbolito.

Además, se puede apreciar que el cultivo es más vulnerable al ataque de plagas, en las etapas de madurez y senescencia; en las etapas de floración, fructificación y cosecha. Probablemente, con la aparición de flores en el cultivo, estas son una fuente de atracción por su olor y color amarillo, ciertos colores y olores son atractivos de insectos uno de estos es el color amarillo que atrae a mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), mosca minadora (*Tuta absoluta* [Meyrick]), trips *Frankliniella occidentalis* [Pergande]), pulgones y otros (Edgardo Jiménez, 2009).

En cuanto al orden Hemiptera, representado casi en su totalidad por insectos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), se observa un crecimiento de la población a partir de la etapa

desarrollo vegetativo, el presente estudio se relaciona con el realizado por Baide Amaya, (1996), en donde se realizó una calendarización de plagas según su etapa fenológica en el cultivo de tomate, se registró que la población de mosca blanca fue en aumento en la etapa desarrollo vegetativo y considera a esta etapa como crítica para su control.

Por otro lado, en la aplicación de pesticidas para el control de plagas y enfermedades en la localidad El Inca y El Arbolito (Figura 32 y 37), se observó que el mayor porcentaje de aplicación de pesticidas se realizó a partir de la etapa desarrollo vegetativo, donde se observa un fuerte crecimiento del Orden Hemiptera, las aplicaciones se reducen en floración y vuelven aumentar en fructificación, donde se observa un descenso de la población Hemiptera.

4.5.1. Análisis por días después del trasplante localidad El Inca

El análisis de varianza de la variable número de insectos, muestra que existe una interacción entre orden de insecto y los días después del trasplante del cultivo ($F=2.56$; $gl= 245$; $p=<0.0001$) (Tabla 9).

Tabla 9.

Análisis de varianza para la clasificación de insectos artrópodos por orden y días después del trasplante colectados localidad El Inca

Factores de variación	de gl FV	gl Eex	F-value	p-value
(Intercept)	1	861	7.99	0.0048
DDT	35	861	0.45	0.9979
Orden	7	861	116.90	<0.0001
DDT:Orden	245	861	2.59	<0.0001

En cuanto, a la distribución poblacional del orden de insecto con los días después del trasplante en la localidad El Inca (Figura 26), se puede observar curvas donde existe una diferencia significativa en el orden Hemiptera a lo largo del ciclo del cultivo.

El registro de los picos más altos del orden Hemiptera se marcan en los días 87-109, 131, 176, 191 y 198 (ddt), con un promedio de 11 075 insectos al primer pico, el cual descendiendo 23% al día 110, la población se mantiene hasta el día 123 e incrementa hasta el segundo pico el día 131, con un promedio de 15 639 insectos, en el periodo que separa el segundo pico hasta el tercero en el día 176 hay un descenso en la población del orden Hemiptera, en este día el 176 se registra un crecimiento del 7% de la población con respecto a la registrada en el segundo pico, finalmente la población baja al día 180 y vuelve a subir al día 191 y lo mismo ocurre con el día 198.

En cuanto al orden Thysanoptera y Diptera no se encontraron diferencias significativas a lo largo del ciclo del cultivo, los picos más altos se encontraron al final del ciclo en los días 183 y 198 con promedio de 1 431 y 615 insectos para el orden Thysanoptera, y para el orden Diptera 144 y 138 insectos. Adicionalmente, en los ordenes Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Arácnidos y Neuroptera, no se observaron diferencias, en los cuales se observó una población similar durante el ciclo del cultivo, con un promedio de 2.58, 0.53 0.19, 0.17 y 0.01 insectos respectivamente para cada orden.

Se puede observar una disminución notable en las poblaciones del orden Hemiptera en la localidad El Inca después de cada pico alto, entre los (110 y 123; 135 y 168) días después del trasplante, esto podría deberse a varios factores que regulan las poblaciones de insectos como son los abióticos entre estos la temperatura fluctuante dentro del invernadero, humedad relativa y viento, factores bióticos con la posible presencia de enemigos naturales, la cantidad y calidad de alimento y factores como el manejo agronómico que recibe el cultivo (Edgardo Jiménez, 2009).

En el caso del orden Hemiptera, representado por mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.), la temperatura es el principal factor determinante, para su tasa de desarrollo y grado de actividad dentro del cultivo (Scotta, 2013), en su investigación sobre el monitoreo en trampas de esta plaga, muestra una mayor captura cuando se supera los umbrales de temperatura de 16 °C a 25 °C, probablemente debido a una mayor actividad de vuelo del insecto. En la presente investigación se registraron temperaturas máximas sobre los umbrales de temperatura del insecto, seguramente influenciando la movilidad y captura de este insecto plaga (Figura 23, pág. 67).

En cuanto al control fitosanitario, se puede apreciar un símil en el descenso poblacional probablemente por las aplicaciones de pesticidas al cultivo, así lo podemos correlacionar con las tablas 15, 19, 23 y 27 de rotación de insecticidas en la localidad El Inca, donde se muestran los porcentajes de aplicación de pesticidas por días después del trasplante, en donde el productor aplicó insecticidas cuando las poblaciones de insectos se encontraban entre los picos altos. De igual forma, el manejo cultural puede haber influenciado en la baja de población, ya que este consistió en la poda de hojas bajas a partir del día 110 aproximadamente, disminuyendo la cantidad de comida para los insectos. Por el contrario, se observa un incremento de la población al final del ciclo, donde ya no se realizaron actividades para el control de plagas.

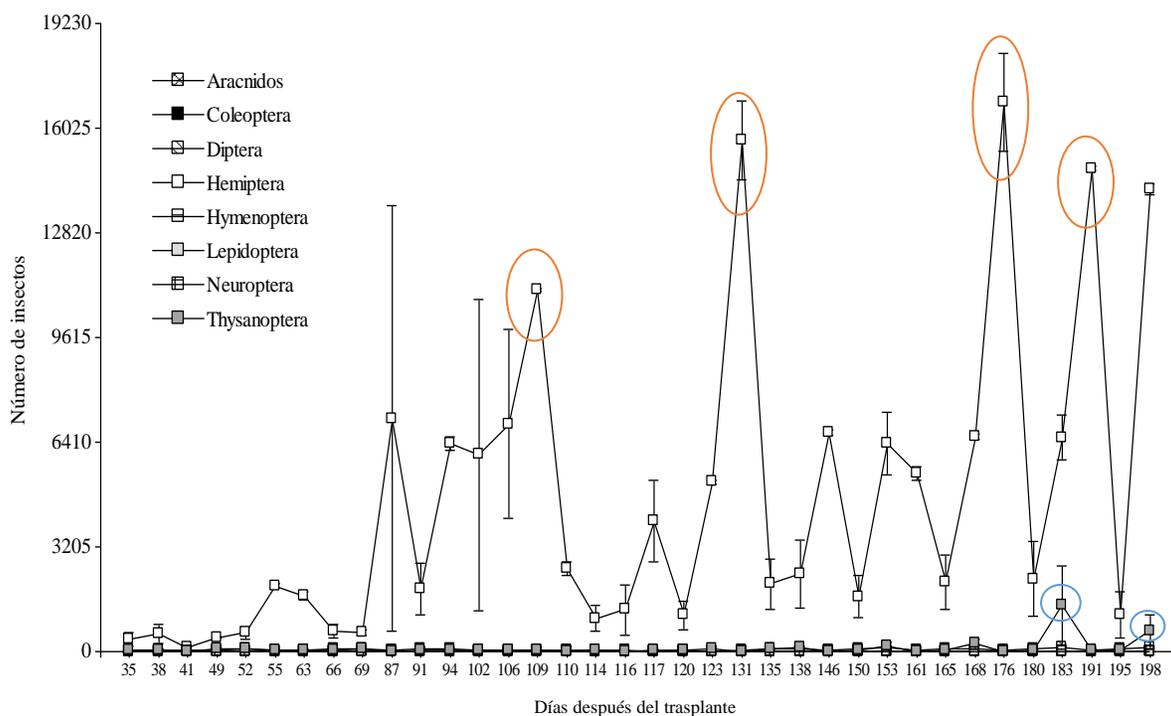


Figura 26. Distribución poblacional del conteo de insectos artrópodos por orden y por días después del trasplante, colectados en trampas en la localidad El Inca

4.5.2. Análisis por días después del trasplante localidad El Arbolito

El análisis de varianza de la variable número de insectos, muestra que existe una interacción entre orden de insecto y los días después del trasplante del cultivo ($F=12.80$; $gl= 77$; $p=<0.0001$) en la localidad El Arbolito (Tabla 10).

Tabla 10.

Análisis de varianza para la clasificación de insectos artrópodos por orden y días después del trasplante, localidad El Arbolito

	gl FV	gl Eex	F-value	p-value
(Intercept)	1	285	125.22	<0.0001
DDT	11	285	12.78	<0.0001
Orden	7	285	107.96	<0.0001
DDT:Orden	77	285	12.80	<0.0001

En cuanto a la distribución poblacional entre orden de insectos y días después del trasplante en la localidad El Arbolito (Figura 27), se observaron diferencias significativas únicamente, en la población del orden Hemiptera, en este existe un crecimiento a partir del día 75 a 98 (ddt), baja la población y vuelve a subir a sus picos más altos entre los días 119 y 134 con promedios de 5 500 y 4 500 insecto por trampa, al día 149 se observa un descenso del 89% en la población y luego incrementa para el día 179, esto podría deberse a que entre los días 119 y 149 hubo una aplicación de siete ingredientes activos de insecticidas abamectina, acetamiprid+buprofezin, bifentrina, chlorfenapir, sulfoxaflor, thiocyclam, insecticidas aplicados entre los días 119 y 149 (Tabla 31).

Entre los días 75 a 98 (ddt), se realizaron aplicaciones de metomil y spinosad, donde se observa un descenso en la población del orden Hemiptera, este descenso en la población podría probablemente ser influenciado por el insecticida metomil, el cual registra una mortalidad media del 71% para mosca blanca (*Trialeurodes vaporarium* West.), siendo este un insecticida que tiene una acción inmediata (Vargas M. y Alvear de la F., 2000).

Por otro lado, en los días anteriores a este periodo de tiempo, durante los primeros 45 (ddt), se aplicaron cinco insecticidas abamectina, actamiprid+buprofezin chlorfenapir, flubendiamida e imidacloprid. Sin embargo, el control fitosanitario realizado en este periodo no descendió la población del orden Hemiptera este por el contrario aumentó, por lo que se sugiere que el insecto mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.), tiene un cierto grado de tolerancia a los insecticidas utilizados para su control.

Durante el periodo entre los días 119 y 149, a pesar de haberse realizado una fuerte aplicación de insecticidas, estas rotaron en su modo de acción, el buprofezin sobre el desarrollo y crecimiento del insecto, chlorfenapir sobre la respiración y abamectina, acetamiprid, bifentrina, sulfoxaflor y thiacyclam actuaron sobre el sistema nervioso y muscular, estas aplicaciones probablemente influyeron en el descenso de la curva de población del orden Hemiptera.

Esta fuerte aplicación, probablemente se debe a que en estos días se incrementaron las poblaciones de insectos dentro del invernadero, influenciadas por la etapa fenológica del cultivo. Además, la temperatura promedio del invernadero de 15 a 22 °C (Figura 23), tuvo las condiciones óptimas para el desarrollo del insecto mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.), siendo este el más abundante dentro del cultivo (Cardona et al., 2005).

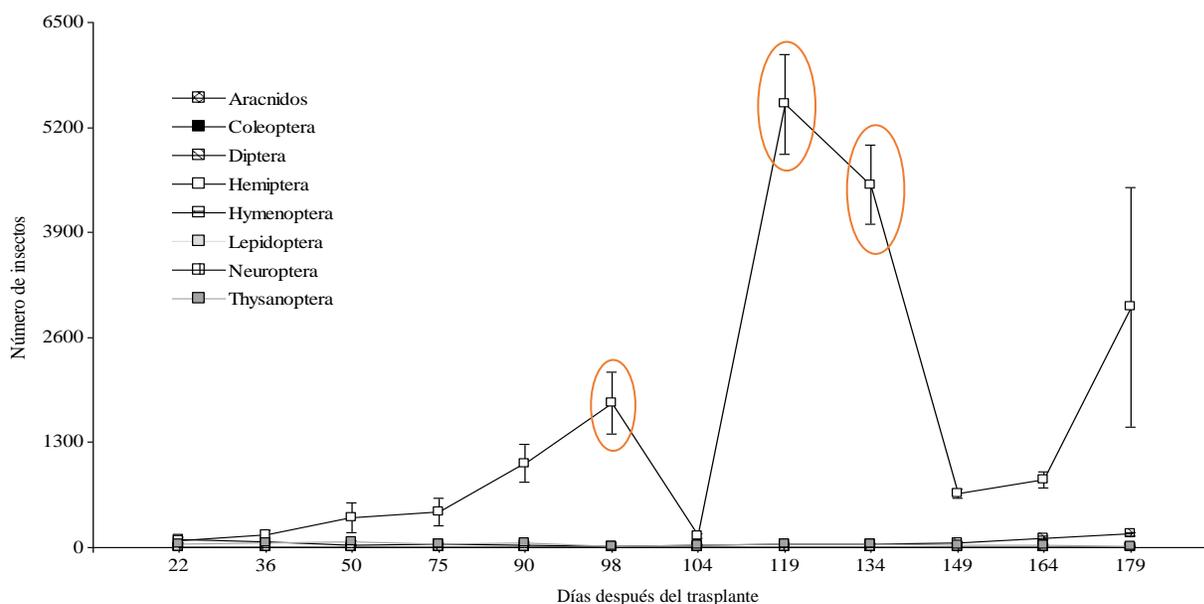


Figura 27. Distribución poblacional del conteo de insectos artrópodos por orden y por días después del trasplante, colectados en trampas en la localidad El Arbolito.

4.6. Entomofauna muestreada a través de red entomológica.

4.6.1. El Inca.

Los resultados estadísticos muestran que existe una interacción entre variedad y el orden de insectos ($F=2.52$; $gl= 24$; $p= 0.0025$), con respecto a la variable número de insectos, existe un efecto en orden sobre la variable número de insectos en el cultivo ($F=5.76$; $gl= 8$; $p<0.0001$) independientemente de la variedad, la cual tiene un efecto sobre el número de insectos ($F=5.10$; $gl= 3$; $p=0.0035$) (Tabla 11).

Tabla 11.

Análisis de varianza para la clasificación de insectos artrópodos colectados con red entomológica

Fuente de variación	gl FV	F-value	p-value
(Intercept)	1	36.30	<0.0001
Variedad	3	5.10	0.0035
Orden	8	5.76	<0.0001
Variedad: Orden	24	2.52	0.0025

En la captura y clasificación de insectos artrópodos capturados con la red entomológica en los alrededores de los invernaderos del sector El Inca (Figura 28), no se recolectaron insectos adultos de *B. cockerelli*. Simultáneamente, se logró observar una diferencia estadística significativa en la clasificación del orden Diptera, siendo este el orden de mayor frecuencia contabilizado con respecto a los demás ordenes, para la variedad Shala N (L4) se presenta con promedio de 207,5 insectos, registro influenciado por la presencia de un criadero porcino junto al invernadero, luego se encuentran las variedades 2199 (L2) y Eterey (L1) sin mostrar diferencias entre sí y con 38% menor en población Diptera, con respecto a la registrada en la variedad Shala N (L4).

Adicionalmente, mediante la captura y clasificación de la entomofauna, se lograron identificar los ordenes Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Arácnidos, Neuroptera, Lepidoptera y Odonata, que con el registro del orden Diptera variedad Pietro (L3) con promedio de 23 insectos, no son significativamente diferentes, ya que todos comparten una población similar con un promedio 12.8, 9.3, 8.5, 2.12, 2.3, 0.75, 0.6 y 0.25 insectos, correspondientes a cada orden (Figura 28).

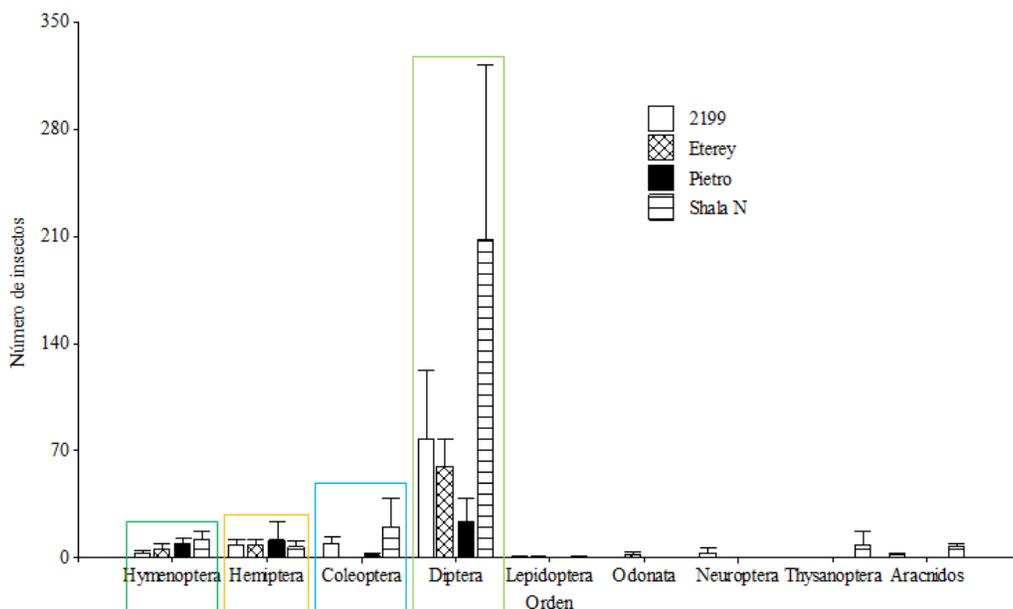


Figura 28. Clasificación de insectos artrópodos por orden y variedad colectados con la red entomológica en la localidad El Inca.

Los resultados de esta investigación son compatibles con los reportados por Zumbado y Azofeifa, (2018), quienes investigaron la asociación de insectos plaga con el cultivo de tomate riñón, identificaron los principales insectos artrópodos en el cultivo a nivel de especie; entre estos están: *Leptoglossus zonatus*, *Halticus bractatus* Say (Hemiptera: Miridae), *Epitrix cucumeris* Harris (Coleoptera: Chrysomelidae), *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae), *Antianthe expansa* Germar (Hemiptera: Membracidae), *Trialeurodes vaporarium* West. (Hemiptera: Aleyrodidae), *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae), *Frankliniella occidentalis* (Thy.: Thripidae). Si bien, en la presente investigación no se realizó una identificación a nivel de especie, se lograron identificar nueve ordenes varios de estos son coincidentes, por lo que se da a conocer que la entomofauna recolectada está presente de forma típica en el cultivo de tomate.

Por otro lado, después de haberse realizado la identificación, clasificación y contabilización por ordenes de los insectos recolectados a través de la red entomológica, estas fueron enviadas al INIAP, donde se realizó un trabajo de identificación de posibles enemigos naturales para el psílido *B. cockerelli*; se encontraron insectos pertenecientes a las familias Anthocoridae y Nabidae (orden

Hemiptera), Staphylinidae y Coccinellidae (orden Coleoptera) y Chrysopidae (orden Neuroptera), como depredadores del insecto *B. cockerelli*.

VEREIJSEN, (2020); MacDonald et al., (2010) observaron de forma natural depredadores nativos y exóticos para *B. cockerelli* en cultivo de papa, *Melanostoma fasciatum* (Macquart) (Diptera: Syrphidae), *Micromus tasmaniae* (Walker) (Neuroptera: Hemerobiidae), *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera, Coccinella) y *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae), los cuatro ordenes citados también fueron identificados en la presente investigación en tomate, por lo que se sugiere que probablemente exista insectos artrópodos benéficos dentro de estos ordenes en el cultivo de tomate, que pueden ser enemigos naturales para *B. cockerelli* y las demás plagas típicas encontradas dentro del cultivo. No obstante, esta aseveración tendría que ser comprobada con un estudio adicional, ya que en nuestro estudio solo se identificó a nivel de ordenes.

Por lo citado anteriormente, es evidente la importancia de identificación a nivel de especie la entomofauna recolectada como por ejemplo, Morales A. et al., (2013) evaluaron a hembras de la especie *Tamarixia triozae* (Hemiptera:Familia), uno de los ordenes que identificamos, a una edad de 3 a 15.5 días, logran parasitar y alimentarse de ninfas n3-n4-n5 de *B. cockerelli* en foliolos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Por otro lado, ROJAS, (2010) determinó que el insecto *Taramixia triozae* puede llegar a parasitar hasta un 80% de ninfas de *B. cockerelli*, una hembra puede depositar hasta 165 huevos durante su vida y esta puede eliminar 312 ninfas de *B. cockerelli* de las cuales el 44% son depredadas y el 56% son parasitadas.

Por otro lado, en referencia a la clasificación de entomofauna recolectada con red entomológica y las etapas fenológicas del cultivo, en la localidad El Inca (Figura 29). Se puede observar que el mayor número de insecto recolectados pertenecen al orden Diptera, independientemente de la etapa fenológica, la cual fue mayor en la etapa de fructificación en los lotes, (L2) variedad 2199, (L3) variedad Pietro y (L4) variedad Shala y por el contrario en lote (L1) variedad Eterey.

Adicionalmente, en los ordenes Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Arácnidos, Neuroptera, Lepidoptera y Odonata, no se observaron diferencias significativas en su

población. No obstante, la población del orden Coleoptera tuvo preferencia por la etapa de fructificación en los lotes (L2) y (L4); al contrario, con el lote (L4) que se encontraron en cosecha y en el lote (L1) donde no se colectaron. En cuanto al orden Hemiptera, los insectos tuvieron preferencia por la etapa de cosecha en los lotes (L1) y (L2); al contrario, con los lotes (L3) y (L4) que se recolectaron en la etapa de cosecha.

En el caso del orden Hymenoptera, tuvieron preferencia por la etapa de cosecha en los lotes (L1), (L3) y (L3); al contrario, con el lote (L3) donde se capturaron en la etapa de cosecha. En el orden Lepidoptera, se recolectó una población similar en la etapa de fructificación y cosecha, en los lotes (L1) y (L4); mayor en fructificación del lote (L2) y nula en el lote (L4). El orden Odonata estuvo presente en fructificación en el lote (L1) y nulo en el resto. Lo mismo ocurre con el orden Thysanoptera únicamente presente en el lote (L4). Por otro lado, el orden Neuroptera se encontró presente únicamente en el lote (L3) en la etapa de cosecha. Finalmente, los arácnidos se recolectaron en mayor cantidad en la etapa de fructificación únicamente en los lotes (L2) y (L4).

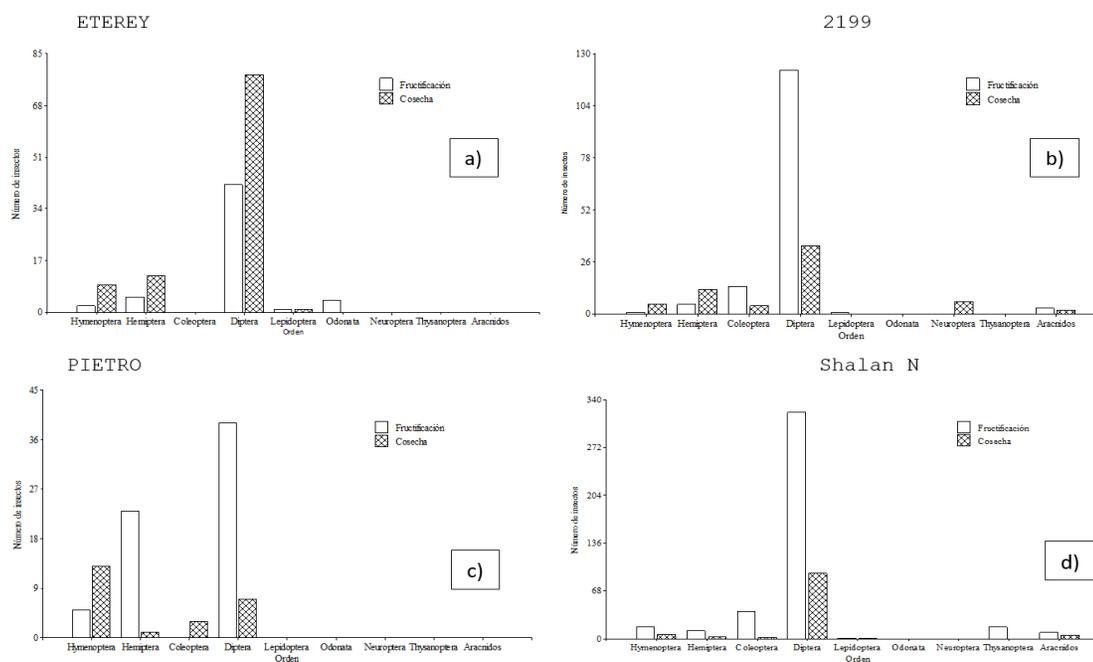


Figura 29. Clasificación de insectos artrópodos por orden y etapa fenológica recolectados con red entomológica en la localidad El Inca. a) Variedad Eterey (L1), b) variedad 2199 (L2), c) variedad Pietro (L3) d) variedad Shala N (L4).

4.6.2. El Arbolito.

En la Figura 30, se muestran los órdenes de insectos artrópodos (entomofauna), colectados a través de la red entomológica, con las etapas fenológicas del cultivo en la localidad El Arbolito, donde no se encontraron adultos de *B. cockerelli*. Simultáneamente, la mayor colecta de entomofauna, se recolectó en la etapa de fructificación para los órdenes Diptera, Coleoptera, Himenoptera, Hemiptera y Lepidoptera. En contraste, con las menores encontradas en la etapa de cosecha.

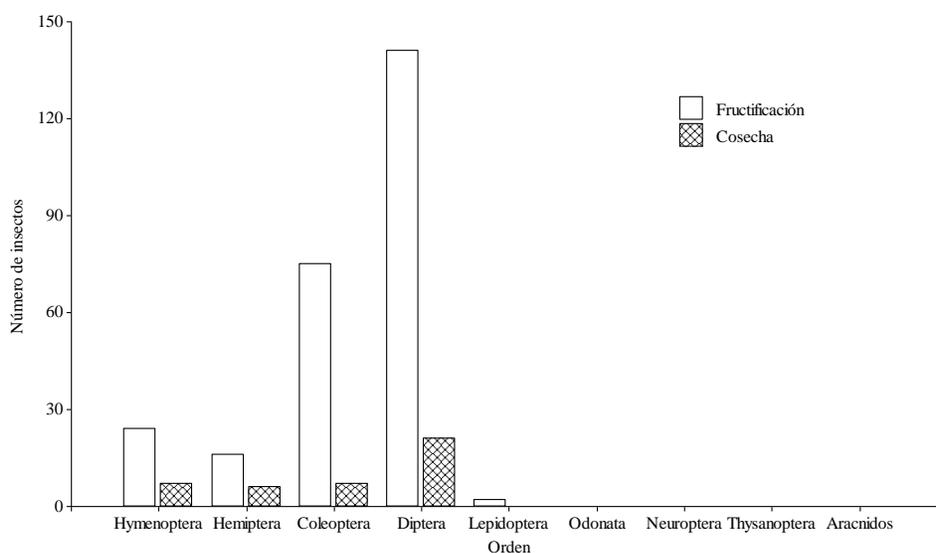


Figura 30. Clasificación de insectos artrópodos por orden y etapa fenológica recolectados con la red entomológica en la localidad El Arbolito. Variedad Eterey (L1)

4.7. Manejo agronómico del cultivo

Los lotes evaluados (L1), (L2), (L3), (L4) y (L5), presentan un símil en sus labores culturales, comenzando con la preparación del terreno. Estos proceden a picar a mano el terreno como forma de arado, a excepción del lote (L3), que usa tractor para el arado y levantamiento de surcos. A continuación, proceden con el levantamiento de camas o surcos con arado de caballo. Posteriormente, al surcado proceden aplicar abono orgánico descompuesto que consiste en una mezcla de gallinaza, porquinaza, bovinaza, cuyinaza y arrocillo. Para luego de cinco a siete días proceder al trasplante.

Antes de pasar al trasplante, únicamente en el primer lote (L1), se procedió a realizar una desinfección del lote, mediante la aplicación de productos químicos este utilizó Carboxim + Tiram 200 g/l (Carbovax) y Cipermetrina + Chlorpyrifos 500+50 g/l (Kañon).

Por otro lado, a los 15 días después del trasplante, el lote (L2) aplicó abono químico 2 (qq) de 18-46-0 y a 30 días después del trasplante y el lote (L4), aplicó 2 (qq) de triple 16.

Luego de haber pasado de 30 a 45 días del trasplante, los productores de los lotes (L1), (L2), (L3), (L4) y (L5), procedieron a realizar el tutorado de sus cultivos y a su vez se realizó un aporque, eliminación de brotes apicales (desñavitada), guiada y deshierba de estos. Además, nuevamente el lote (L2) aplicó 1 (qq) de triple 16 y 1 (qq) de 8-20-20 Nutribor y el lote (L4) aplicó 2 (qq) de triple 16 y 1 (qq) de muriato de potasio.

A los 60 días después del trasplante, se volvió a realizar la desñavitada y guiada del cultivo, labor que se la siguió repitiendo quincenalmente a lo largo del ciclo productivo. Además, el lote (L5) aplicó abono químico 2 (qq) de nitrato de potasio.

A partir del día 90-100 aproximadamente después de la siembra, los productores procedieron a realizar podas o baja de hojas inferiores al cultivo, esta práctica la realizaron los lotes (L3), (L4) y (L5), mientras que los lotes (L1) y (L2) no la realizaron.

Con respecto al riego, los cinco lotes (L1), (L2), (L3), (L4) y (L5), contaban con un sistema de riego por goteo, este fue constante en los cinco lotes, la frecuencia con el que se utilizó fue de 15 a 30 minutos y este se lo realizaba con una frecuencia de tres días por semana.

En cuanto al control químico este tuvo una frecuencia de aplicación quincenal y mensual, las dosis de aplicación de los productores estuvieron dentro de lo recomendado por la ficha técnica del producto, como por ejemplo tenemos: los insecticidas más utilizados dentro del cultivo, abamectina la dosis recomendada es de 0.2 l/ha en tomate, los productores utilizaron frascos de 100 ml/200 l de agua; la bifentrina su dosis recomendada es de 250 a 400 ml/ha, la dosis del productor fue de 250 ml/200 l de agua; el thiocyclam dosis recomendada 300g/ha, dosis del productor 100g/200 l de agua.

El control fitosanitario fue distinto en los cinco lotes evaluados, con respecto a la rotación de ingredientes activos de insecticidas para el control de plagas, para lo cual se ha realizado un análisis

por variedad-lote de los ingredientes activos de insecticidas utilizados dentro del cultivo, como se detalla a continuación.

4.8. Control químico realizado en la localidad El Inca y El Arbolito por variedad-lote.

4.8.1. El Inca

En la localidad El Inca, se encontraron diferencias en porcentaje de aplicación de pesticidas en general (insecticidas y fungicidas), entre las variedades cultivadas por lote, se presenta el porcentaje de pesticidas utilizados, en el lote (L1) variedad Eterey, (L2) variedad 2199, (L3) variedad Pietro, (L4) variedad Shala N (Figura 31). En general, la variedad con mayor aplicación fue la variedad Pietro (L3), 2% superior a la variedad 2199 (L2), esta a su vez 7% superior a las variedades Shala N (L4) y Eterey (L1), representadas con un porcentaje de 22%. Además, se registraron las frecuencias de aplicación de pesticidas en la localidad, las cuales fueron semanales y quincenales, determinadas por el productor de acuerdo con la necesidad del cultivo.

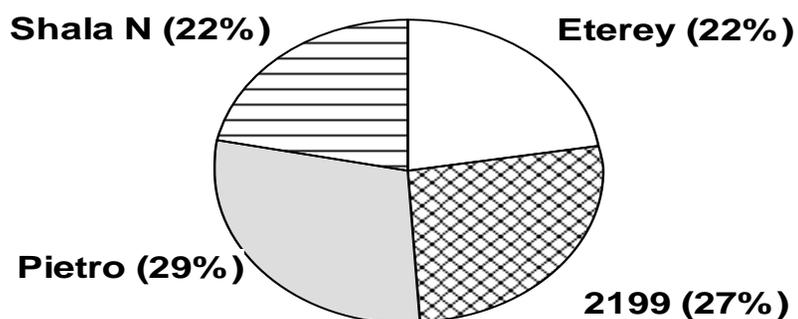


Figura 31. *Porcentaje de aplicación de pesticidas por variedad-lote, en la localidad El Inca*

Por otro lado, se representa el porcentaje de pesticidas en general utilizados durante todo el ciclo del cultivo de tomate, según la etapa fenológica en la localidad El Inca (Figura 32). Se identificó, que la mayor aplicación de pesticidas se las realizó en la etapa de fructificación (29%), 8 y 7% superior a las etapas de floración y desarrollo vegetativo respectivamente.

En general, los ingredientes activos utilizados en la localidad El Inca, en su mayoría fueron insecticidas: abamectina, thiocyclam, bifentrina, acetamiprid+buprofezin, abamectina+lambdacialotrin, imidacloprid+betaciflutrina, methomil y boscalid+kresomix metil. Seguidos por los fungicidas: propineb + cymoxanil, penconazole, sulfoxaflor, chlorotalonil, dimetomorf, flubendiamida, tebuconazole+trifloxystrob., mancozeb + copper, sulfato de cobre pentahidratado y cobre.

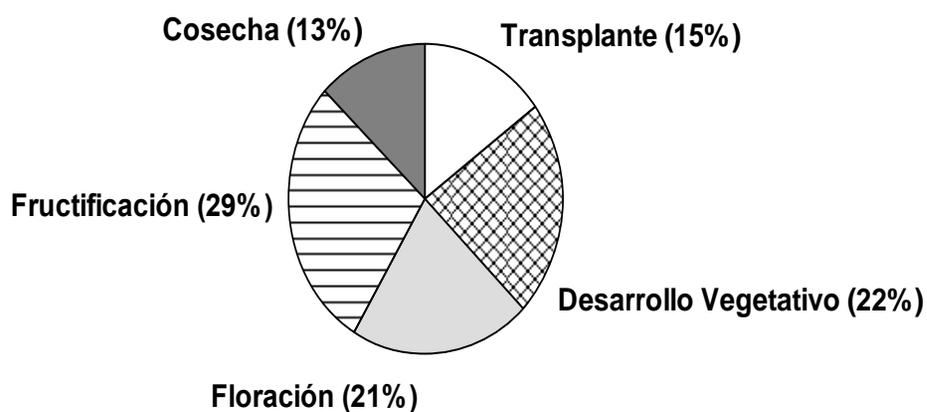


Figura 32. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, localidad El Inca

Para poder correlacionar de una mejor manera la información recolectada, de la fluctuación de insectos adultos de *B. cockerelli* y los insectos artrópodos (entomofauna capturada por trampa) en la localidad El Inca, con respecto a los ingredientes activos de insecticidas, se ha realizado un análisis por variedad-lote, como se detalla a continuación:

4.8.1.1 Por variedad: Eterey (L1) por etapa fenológica

En cuanto al análisis de tablas de contingencia en el primer lote (L1), indica que no existe relación entre los ingredientes activos (IA) aplicados y las etapas fenológicas del cultivo ($\chi^2 = 0.3027$, $g1= 52$) (Tabla 12).

Tabla 12.

Análisis de tablas de contingencia, en el primer lote (L1), por etapa fenológica

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	56.74	52	0.3027

La Tabla 13, muestra los porcentajes de aplicación de IA de pesticidas con respecto a las etapas fenológicas del cultivo. Los IA de insecticidas más utilizados en este lote fueron: bifentrina y thiocyclam, los cuales fueron utilizados en todas las etapas fenológicas del cultivo a excepción de la inicial la etapa de trasplante. Por otro lado, el IA de insecticidas abamectina, fue utilizado de forma consecutiva en las etapas iniciales trasplante y desarrollo vegetativo del cultivo. Por lo tanto, se observa que, durante todas las etapas fenológicas del cultivo, este fue expuesto a un mismo modo de acción, ya que estos tres insecticidas actúan sobre el sistema nervioso y central de los insectos plagas.

Tabla 13.

Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el primer lote (L1) localidad El Inca

Ingre/acti	Trasplante	Desarrollo vegetativo	Floración	Fructificación	Cosecha	Total
Abamectina	0.60	0.20	0.00	0.20	0.00	1.00
Acetamiprid	+ 0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Buprofezin						
Azufre	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	1.00
Bifentrina	0.00	0.13	0.38	0.38	0.13	1.00
Boscalid	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Kasugamicina	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Penconazole	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00
Sulfoxaflor	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Sulfuro	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Tebuconazole	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.17	0.33	0.33	0.17	1.00

Total	0.11	0.08	0.34	0.32	0.16	1.00
-------	------	------	------	------	------	------

El objetivo biológico de los IA de insecticidas aplicados por los productores, fueron destinados para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.), y trips *Frankliniella occidentalis* [Pergande]). En contraste, con el estudio realizado por Ruiz Nájera et al., (2011) en México, donde levantaron información mediante encuesta, del manejo de plagas y uso de insecticidas; registraron que el cultivo de tomate es susceptible al ataque de varios insectos plaga, siendo mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.) el más importante, resultado que es compatible con la presente investigación.

Por otro lado, determinan que 71.42% de IA de insecticidas fueron utilizados para combatir esta plaga. Además, se determinó que la etapa fenológica con más aspersiones es la de floración con el 82.1%. Lo que difiere con la presente investigación, donde el porcentaje de aplicación de IA de pesticidas, en la etapa de floración llega solamente al 34% (Figura 33).

Las etapas fenológicas donde se realizaron más aspersiones al cultivo fueron las de floración y fructificación, 16 y 18% superiores a la etapa de cosecha respectivamente. En cambio, el menor porcentaje de aplicación de pesticidas se lo realizó en la etapa inicial del cultivo, en trasplante y desarrollo vegetativo con 11 y 8% respectivamente (Figura 33).

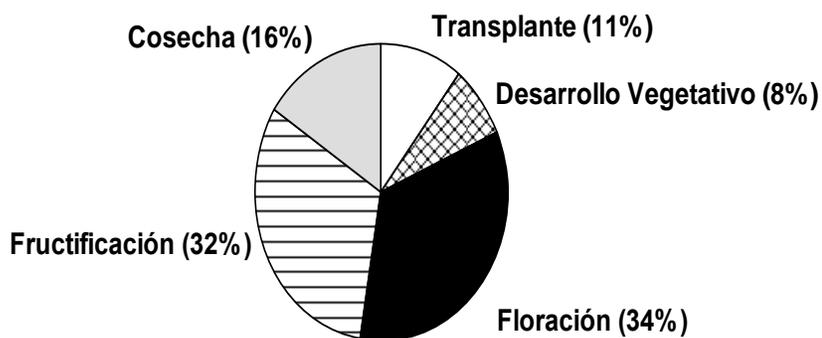


Figura 33. Porcentaje de aplicación de IA de pesticidas por etapa fenológica, variedad Eterey (L1)-localidad El Inca.

4.8.1.2. Variedad Eterey (L1) por días después del trasplante.

Por otro lado, los resultados del análisis de tablas de contingencia para la localidad El Inca. Indican que no existe interacción, entre las variables días después del trasplante y los IA aplicados ($\chi^2 = 0.9857$, gl= 143) (Tabla 14).

Tabla 14.

Análisis de tablas de contingencia, en el primer lote (L1), por días después del trasplante

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	108.53	143	0.9857

La variedad Eterey (L1), se destaca por el uso de los IA de insecticidas (abamectina, acetamiprid + bufoprezin, bifentrina, sulfoxaflor y thiocyclam), los cuales fueron utilizados 21 veces durante el ciclo del cultivo (Tabla 32). Además, se observa una aplicación consecutiva del IA abamectina, el cual concentra el 80% en los primeros 46 días (ddt) y termina con el 20% en el día 135 (ddt). Las aplicaciones consecutivas, también se registran en los IA bifentrina y thiocyclam, el 64 y 38% con respecto a la bifentrina y el 67 y 34% para el thiocyclam, fueron aplicados entre los días 61-106 y 135-150 (ddt) respectivamente (Tabla 15).

En cuanto al modo de acción de los seis IA de insecticidas aplicados en este lote, cinco actúan sobre el sistema nervioso y muscular del insecto abamectina, acetamiprid, sulfoxaflor, bifentrina y thiocyclam pertenecientes al grupo 6, 4A y 4C, 3A, y 14 respectivamente; el buprofezin que viene en conjunto con el acetamiprid, es el único IA de insecticida que cambia su modo de acción, este actúa sobre el crecimiento y desarrollo del insecto perteneciente al grupo 16. Por lo tanto, es posible indicar que no se está realizando una buena rotación de pesticidas, lo que podría conllevar a la resistencia de los insectos plaga que se encuentran dentro del cultivo.

Tabla 15.

Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el primer lote (L1) localidad El Inca

Ingreacti	31	46	61	91	106	114	120	135	150	165	180	195	Total
Abamectina	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Acetamiprid + buprofezin	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Azufre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
Bifentrina	0.00	0.00	0.13	0.38	0.13	0.00	0.00	0.25	0.13	0.00	0.00	0.00	1.00
Boscalid	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Kasugamicina	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Penconazole	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfoxaflor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfuro	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Tebuconazole	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.00	0.17	0.33	0.17	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.11	0.03	0.05	0.34	0.13	0.03	0.03	0.13	0.08	0.03	0.03	0.03	1.00

4.8.1.3 Por variedad: 2199 (L2) por etapa fenológica

Con respecto al análisis de tablas de contingencia, para la variedad 2199 (L2) por etapa fenológica, se observa que no hay una asociación entre las variables etapa fenológica del cultivo y los IA aplicados al cultivo ($\chi^2 = 0.5696$, gl= 124) (Tabla 16).

Tabla 16.

Análisis de tablas de contingencia, en el segundo lote (L2), por etapa fenológica

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	120.60	124	0.5696

En la Tabla 17, se muestran los porcentajes aplicados, de IA de pesticidas con respecto a las etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 17.

Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el segundo lote (L2) localidad El Inca

Ingreacti	Trasplante	Desarrollo vegetativo	Floración	Fructificación	Cosecha	Total
Abamectina	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	1.00
Abamectina+bifentrina	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Abamectina+lambdacialotrin..	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Acefato	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00
Acetamiprid	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	1.00
Bifentrina	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Chlorotalonil	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00
Cyromazina	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Flubendiamida	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00
Imidacloprid	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Imidacloprid+betaciflutrina.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Iprodione	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Metomil	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00
Procymidone	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Sulfato de cobre pentahidr.	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Tebuconazole+trifloxystrob.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Total	0.10	0.26	0.12	0.29	0.24	1.00

En este lote, se observa una aplicación consecutiva del IA abamectina, en las etapas fenológicas de desarrollo vegetativo, floración y fructificación. Además, el IA abamectina también se lo registra presente en la etapa fenológica de cosecha, en conjunto con el IA bifentrina. Al mismo tiempo, se puede observar que se utilizaron 10 IA de insecticidas, a lo largo del ciclo del cultivo; donde a excepción del IA cyromazina, todos comparten un mismo modo de acción, sobre el sistema nervioso y muscular de los insectos plaga. Por lo tanto, es posible indicar que no se está realizando una buena rotación de insecticidas, ya que el cultivo se encuentra inmerso a un mismo modo de acción en todas sus etapas fenológicas.

Por otro lado, las etapas con mayor porcentaje de aplicación de IA de insecticidas fueron: desarrollo vegetativo y fructificación; en la etapa de fructificación, se utilizaron los IA abamectina, abamectina+lambdacialotrina, flubendiamida, imidacloprid+betaciflutrina y metomil. Por otro lado, en la etapa de desarrollo vegetativo se emplearon los IA abamectina, actamiprid, bifentrina y metomil. La etapa de fructificación registra un 3% de superioridad en la aplicación de pesticidas, con respecto a la etapa de desarrollo vegetativo y 5% con la etapa de cosecha. En cambio, las etapas con menor porcentaje de aplicación de pesticidas fueron las de trasplante y floración con 10 y 12% respectivamente (Figura 34).

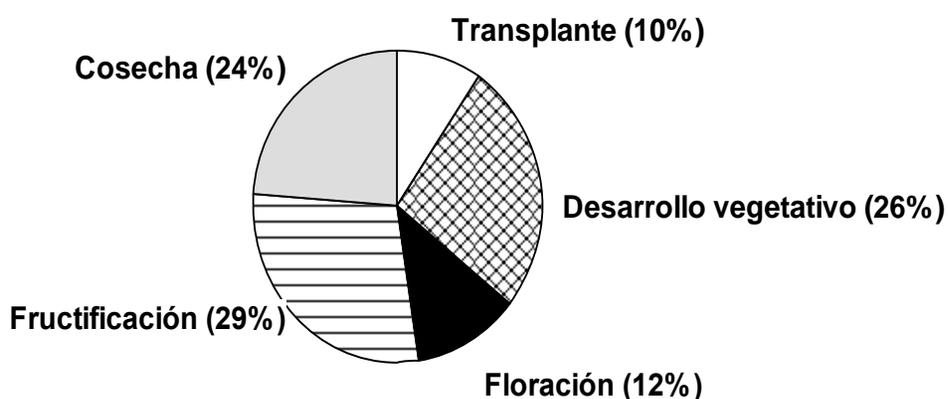


Figura 34. Porcentaje de aplicación de IA de pesticidas por etapa fenológica, variedad 2199 (L2)-localidad El Inca.

4.8.1.4. Variedad 2199 (L2) por días después del trasplante.

En cuanto al análisis de tablas de contingencia para la variedad 2199 (L2), por días después del trasplante. Se observa que no hay una asociación entre las variables, días después del trasplante y los IA aplicados al cultivo ($\chi^2 = 0.8957$, gl= 341) (Tabla 18).

Tabla 18.

Análisis de tablas de contingencia, en el segundo lote (L2), por días después del trasplante

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	308.58	341	0.8957

En la tabla 19, se observan dos periodos de tiempo entre los días 57-87 y 131-146 (ddt), en donde se concentró la mayor aplicación de IA de insecticidas. En el primer periodo, se utilizó a consecutivamente el IA abamectina, juntamente con los IA acefato, bifentrina y metomil; todos estos con modo de acción sobre el sistema nervioso y central del insecto plaga, pertenecientes a los grupos 6, 1B, 3A y 1A respectivamente. En el segundo periodo, se utilizaron los IA abamectina, abamectina+bifentrina, flubendiamida, imidacloprid, metomil y cyromazina, todos con modo de acción sobre el sistema nervioso y muscular del insecto plaga, con excepción del IA cyromazina que actúa sobre el crecimiento y desarrollo del insecto plaga, pertenecientes a los grupos 6, 3A, 28, 4A, 1A y 17 respectivamente. Se emplearon 10 IA de insecticidas, de los cuales se realizaron 15 aspersiones al cultivo.

Además, también se puede observar aplicaciones fuera de estos dos periodos ya mencionados, donde se aplicaron los IA acefato, acetamiprid, flubendiamida, abamectina+lambdacialotrina e imidacloprid+betaciflutrina, con modo de acción sobre el sistema nervioso y muscular. Por lo tanto, hasta el día 161 (ddt) se está manejando un control de plagas con un mismo modo de acción, probablemente generando resistencia de los insectos plagas del cultivo hacia los insecticidas empleados en el lote.

Tabla 19.

Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el segundo lote (L2) localidad El Inca

Ingre/acti	27	42	57	87	102	110	116	131	146	161	176	191	Total
Abamectina	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Abamectina+bifentrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Abamectina+lambdacialotrin..	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Acefato	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Acetamiprid	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00
Bifentrina	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Chlorotalonil	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cyromazina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Flubendiamida	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Imidacloprid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Imidacloprid+betaciflutrina..	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Iprodione	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Metomil	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Procymidone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Propineb + cymoxanil	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfato de cobre pentahidr..	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Tebuconazole+trifloxystrob..	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.10	0.07	0.19	0.12	0.07	0.05	0.02	0.14	0.12	0.07	0.02	0.02	1.00

4.8.1.5 Por variedad: Pietro (L3) por etapa fenológica

El análisis de tablas de contingencia, para la variedad Pietro (L3) por etapa fenológica, muestra que no se encuentra interacción, entre las variables etapa fenológica del cultivo y los IA aplicados al cultivo ($\chi^2 = 0.8376$, gl= 68).

Tabla 20.

Análisis de tablas de contingencia, en el tercer lote (L3), por etapa fenológica

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	56.55	68	0.8376

Los IA mayormente utilizados en este lote (L3) fueron fungicidas. Además, este lote (L3) cuenta con tan solo tres IA de insecticidas, utilizados en su rotación para el control de insectos plagas dentro del cultivo, los IA abamectina, thiocyclam e imidacloprid. Por otro lado, se observan aplicaciones consecutivas, especialmente del IA abamectina, el cual está presente en todas las etapas fenológicas del cultivo. De la misma forma, se observa este proceder con el IA thiocyclam, presente en todas las etapas fenológicas del cultivo a excepción de la etapa de trasplante. Finalmente, el IA imidacloprid también se lo aplica de forma consecutiva en las etapas de desarrollo vegetativo y floración (Tabla 21).

Al mismo tiempo, se puede apreciar que los tres IA de insecticidas: abamectina, thiocyclam e imidacloprid, comparten el mismo modo de acción sobre el sistema nervioso y muscular de los insectos plagas, pertenecientes a grupos 6, 14 y 4A respectivamente. Por otro lado, la frecuencia de aplicación de los mismo fue alta, el IA abamectina se aplicó siete veces al cultivo, lo mismo sucede con el IA thiocyclam el cual fue aplicado seis veces al cultivo a lo largo del ciclo; juntamente con el imidacloprid se aplicaron en un total de 15 veces. Por lo tanto, es posible afirmar que los insectos plagas del cultivo, probablemente se encuentren generando resistencia hacia los IA aplicados.

Tabla 21.

Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el tercer lote (L3) localidad El Inca

Ingreacti	Trasplante	Desarrollo vegetativo	Floración	Fructificación	Cosecha	Total
Abamectina	0.14	0.14	0.14	0.29	0.29	1.00
Azufre	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Boscalid+kresomix metil	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Chlorotalonil	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cobre	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Dimetomorf	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Imidacloprid	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.00
Mancozeb + copper	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	1.00
Paclobutrazol	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.00
Penconazole	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Propineb+cymoxanil	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	1.00
Sulfato de cobre pent.	0.00	0.50	0.33	0.17	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.17	0.17	0.33	0.33	1.00
Total	0.04	0.27	0.20	0.27	0.22	1.00

En cuanto al porcentaje aplicación de IA de pesticidas, con respecto a las etapas fenológicas del cultivo. Las etapas de fructificación y desarrollo vegetativo fueron las etapas en donde se utilizaron más IA de pesticidas, con un porcentaje del 27%. Estas a su vez 5% superiores a la etapa de cosecha y 7% a la etapa de floración. En cambio, la etapa de menor aplicación de IA de pesticidas fue la de trasplante, con un porcentaje del 4% (Figura 35).

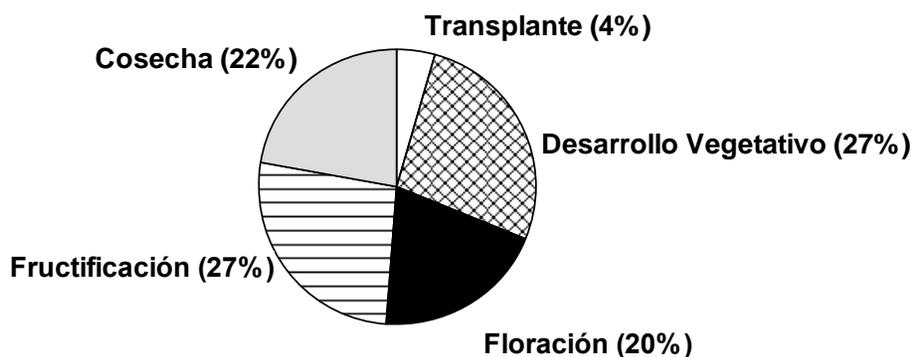


Figura 35. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, variedad Pietro (L3)-localidad El Inca.

4.8.1.6. Variedad Pietro (L3) por días después del trasplante

En cuanto, al análisis de tablas de contingencia por días después del trasplante. Se observa que no existe interacción entre los IA aplicados y los días después del trasplante ($\chi^2 = 0.6841$, $gl = 187$) (Tabla 22).

Tabla 22.

Análisis de tablas de contingencia, en el tercer lote (L3), por días después del trasplante

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	177.24	187	0.6841

La Tabla 23, permite observar aplicaciones consecutivas del IA abamectina entre los días 31-46; 91-114 y 150-165 (ddt). De igual manera, se observa aplicaciones sucesivas del IA thiocyclam entre los días 91-114 y 150-165 (ddt), los cuales son coincidentes con las aplicaciones del IA abamectina. El mayor porcentaje del IA abamectina y thiocyclam, se concentran entre los días 91-114 (ddt), con el 42 y 51% respectivamente; y el menor porcentaje se agrupa entre los días 150 y 165 (ddt), con 28 y 34% respectivamente. Por otro lado, el 100% del IA imidacloprid se agrupa entre los días 61 y 91 (ddt).

Tabla 23.

Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el tercer lote (L3) localidad El Inca

Ingreacti	31	46	61	91	106	114	120	135	150	165	180	195	Total
Abamectina	0.14	0.14	0.00	0.14	0.14	0.14	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	1.00
Azufre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Boscalid+kresomix metil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Chlorotalonil	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cobre	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Dimetomorf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Imidacloprid	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Mancozeb + copper	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Paclobutrazol	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Penconazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Propineb + cymoxanil	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfato de cobre pentahidr..	0.00	0.33	0.17	0.33	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.17	0.00	0.17	0.17	0.17	0.00	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	1.00
Total	0.04	0.16	0.11	0.20	0.13	0.04	0.04	0.04	0.04	0.13	0.02	0.02	1.00

4.8.1.7. Por variedad: Shala N (L4) por etapa fenológica

En cuanto, al análisis de tablas de contingencia para la variedad Shala N (L4) por etapa fenológica. Se observa que no existe interacción entre las variables etapa fenológica y los IA aplicados al cultivo ($\chi^2 = 0.3091$, gl= 112) (Tabla 24).

Tabla 24.

Análisis de tablas de contingencia, en el cuarto lote (L4), por etapa fenológica

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	118.93	112	0.3091

En la Tabla 25, se puede observar que, en este lote variedad Shala N (L4), se aplicaron nueve IA de insecticidas los cuales fueron: abamectina, acefato, alfacipermetrina, bifentrina, cipermetrina, lambdacialotrina, metomil, permetrina y thiocyclam; todos estos comparten el mismo modo de acción, sobre el sistema nervioso y central del insecto plaga, pertenecientes a los grupos 6, 1B, (3A x 4), 1A, 3A y 14 respectivamente. Los mismos que están presentes en todas las etapas fenológicas del cultivo a excepción de la etapa de cosecha, donde no se realizó ningún control fitosanitario al cultivo.

Además, se muestran aplicaciones consecutivas, del IA abamectina en las etapas fenológicas de trasplante y desarrollo vegetativo, el 66% del mismo. De igual manera, se muestra aplicaciones sucesivas del IA acefato, el 100% del IA se aplicó entre las etapas de floración y fructificación. Por lo tanto, los insectos plagas encontrados en el lote, con esta rotación de insecticidas y frecuencias de aplicación, probablemente generen resistencia hacia los IA aplicados.

Por otro lado, los nueve IA de insecticidas se aplicaron 12 veces al cultivo, el mayor registro se lo encuentra en las etapas trasplante y fructificación. En la etapa de trasplante se usaron los IA abamectina, cipermetrina, lambdacialotrina y metomil. En cambio, en la etapa de fructificación se emplearon los IA abamectina, acefato, bifentrina, permetrina y thiocyclam.

Además, se enlistan 13 IA de fungicidas utilizados para controlar enfermedades que afectan al cultivo de tomate, entre las enfermedades más comunes dentro del cultivo tenemos: cenicilla (*Oidium sp.*), tizon tradio (*Phytophthora infestants*), moho gris (*Botrytis cinerea*) (Tabla 25).

Tabla 25.*Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el cuarto lote (L4) localidad El Inca*

Ingreacti	Trasplante	Desarrollo vegetativo	Floración	Fructificación	Cosecha	Total
Abamectina	0.33	0.33	0.00	0.33	0.00	1.00
Acefato	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00
Alfacipermetrina	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Azoxystrobin+tridemorp	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Bifentrina	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Boscalid+kresomix metil	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Carbendazim	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Chlorotalonil	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
Cipermetrina	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cobre	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cymoxanil	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Dimetomorf	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Lambdacialotrina	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Metomil	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Permetrina	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Propamocarb	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Propineb + cymoxanil	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Pyraclostrobin	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Tiabendazole	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.32	0.19	0.11	0.27	0.11	1.00

La etapa con mayor aplicación de pesticidas fue la de trasplante, 5% superior a la etapa de fructificación; esta a su vez 8% superior a la etapa de desarrollo vegetativo. En cambio, las etapas que registraron el menor porcentaje fueron las de floración y cosecha con un 11% (Figura 36).

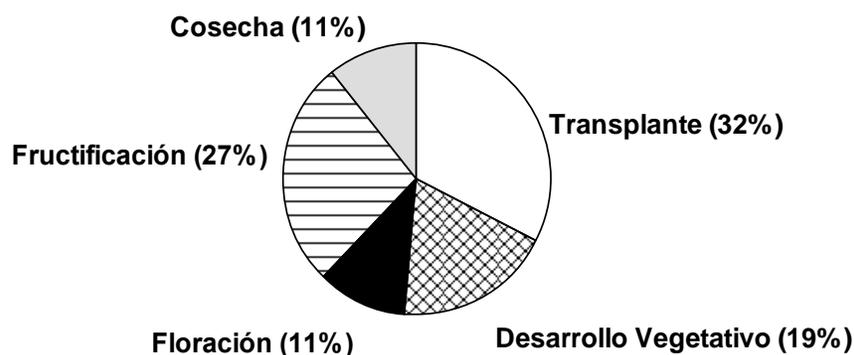


Figura 36. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, variedad Shala N (L4)-localidad El Inca.

4.8.1.8. Variedad Shala N (L4) por días después del trasplante.

En cuanto al análisis de tablas de contingencia para la variedad Shala N (L4) por días después del trasplante, muestra que no hay una asociación entre las variables días después del trasplante y los IA aplicados ($\chi^2 = 0.9999$, gl= 308) (Tabla 26).

Tabla 26.

Análisis de tablas de contingencia, en el cuarto lote (L4), por días después del trasplante

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	220.46	308	>0.9999

En la Tabla 27, se puede observar que el mayor registro de IA de insecticidas se encuentra entre los días 34 y 49 (ddt). Entre estos días se aplicaron cinco IA de insecticidas, los cuales fueron: abamectina (de forma consecutiva), alfacipermetrina, cipermetrina, lambdacialotrina y metomil.

Posteriormente, a este periodo se aplicaron los IA acefato de forma sucesiva entre los días 94-109 (ddt); al día 117 (ddt) se aplicó los IA de bifentrina y thioyclam, y finalmente en el día 138 (ddt) se vuelve aplicar el IA abamectina y permetrina. Luego de este día no se vuelve a realizar ningún control de plagas.

Tabla 27.*Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el cuarto lote (L4) localidad El Inca*

Ingreacti	34	49	64	94	109	117	123	138	153	168	183	198	Total
Abamectina	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Acefato	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Alfacipermetrina	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Azoxystrobin+tridemorp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Bifentrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Boscalid+kresomix...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Chlorotalonil	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cipermetrina	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cobre	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cymoxanil	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Dimetomorf	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Lambdacialotrina	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Metomil	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Permetrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Propamocarb	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Propineb + cymoxanil	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Pyraclostrobin	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.32	0.08	0.11	0.11	0.05	0.11	0.03	0.08	0.03	0.03	0.03	0.03	1.00

4.8.2. El Arbolito

4.8.2.1. Por variedad: Eterey (L5) por etapa fenológica.

El análisis de tablas de contingencia para la variedad Eterey (L5), muestra que no hay asociación entre las variables etapa fenológica y los IA aplicados al cultivo ($\chi^2 = 0.3926$, gl= 140) (Tabla 28).

Tabla 28.

Análisis de tablas de contingencia, en el quinto lote (L5), por etapa fenológica

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	143.93	140	0.3926

En la Tabla 29 se puede observar que, en este lote variedad Eterey (L5), se aplicaron 11 IA de insecticidas los cuales fueron: abamectina, acetamiprid + bufoprezin, bifentrina, chlorfenapyr, flubendiamida, imidacloprid, metomil, spinosad, sulfoxaflor y thiocyclam; todos estos comparten el mismo modo de acción, actúan sobre el sistema nervioso y muscular del insecto plaga. A excepción del chlorfenapyr y el buprofezin, el primero con modo de acción sobre la respiración y el segundo sobre el crecimiento y desarrollo de los insectos plaga.

Por otro lado, se realizaron aplicaciones de IA de insecticidas, en todas las etapas a excepción de la etapa de trasplante; la mayor aplicación de IA de insecticidas se la realizó en las etapas de desarrollo vegetativo, donde se emplearon seis IA abamectina, acetamiprid + bufoprezin, chlorfenapyr, flubendiamida e imidacloprid; en esta etapa se utilizaron tres modos de acción para el control de plagas y en la etapa de fructificación, se utilizaron cinco IA acetamiprid+buprofezin, chlorfenapyr, sulfoxaflor y thiocyclam, nuevamente en esta etapa se emplean tres modos de acción para el control de plagas dentro del cultivo. Además, se aplicaron IA de insecticidas en las etapas de floración y fructificación, donde se utilizó un mismo modo de acción (Tabla 29). Por lo observado, es posible mencionar que se está realizando una correcta rotación de IA de insecticidas.

Tabla 29.*Rotación de ingredientes activos por etapa fenológica, en el quinto lote (L5) localidad El Arbolito*

Ingreacti	Trasplante	Desarrollo vegetativo	Floración	Fructificación	Cosecha	Total
Abamectina	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	1.00
Acetamiprid + buprofezin	0.00	0.67	0.00	0.00	0.33	1.00
Azoxystrobin+tebuconaz.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Azufre	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Bifentrina	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Boscalid	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Bupirimate	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Captan	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Carboxamida	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Carboxim+tiram	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Chlorfenapir	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	1.00
Cymoxanil+mancozeb	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Flubendiamida	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Imidacloprid	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Iprodione	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Kasugamicina	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Mancozeb	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Mancozeb+oxicloruro de.	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Metomil	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00
Oxicloruro de cobre	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
Spinosad	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Sulfato de cobre	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00
Sulfoxaflor	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Total	0.06	0.34	0.15	0.26	0.19	1.00

La etapa con mayor aplicación de pesticidas, con el 34%, fue la de desarrollo vegetativo; 9% superior a la etapa de fructificación con 26%, esta a su vez 7% superior a la de cosecha y esta 3% mayor a la etapa de floración. Por el contrario, la etapa con menor aplicación de pesticidas fue la de trasplante con el 6%.

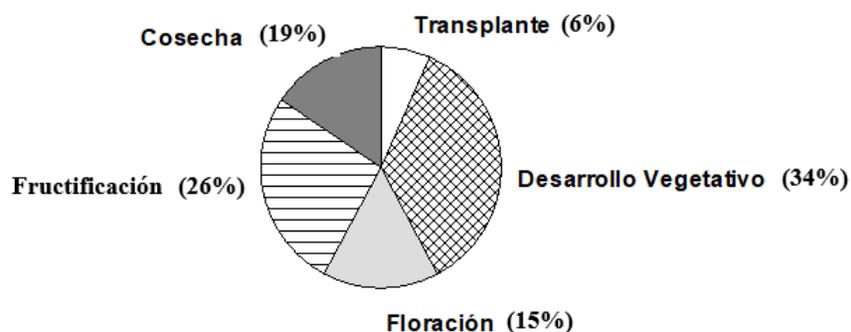


Figura 37. Porcentaje de aplicación de pesticidas por etapa fenológica, variedad Eterey (L5)-localidad El Arbolito.

4.8.2.2. Variedad Eterey (L5) por días después del trasplante.

El análisis de tablas de contingencia por días después de la siembra, variedad Eterey lote (L5), muestra que no existe interacción entre días después del trasplante y los IA aplicados ($\chi^2 = 0.7123$, gl= 385) (Tabla 30).

Tabla 30.

Análisis de tablas de contingencia, en el quinto lote (L5), por días después del trasplante

Estadístico	Valor	gl	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	369.02	385	0.7123

En la Tabla 31, se observa dos periodos de tiempo entre los días 30-75 y 119-149 (ddt), donde se concentran las aplicaciones de IA de insecticidas. Además, se observan aplicaciones sucesivas de los IA abamectina y acetamiprid+buprofezin.

Tabla 31.

Rotación de ingredientes activos por días después del trasplante, en el quinto lote (L5) localidad El Arbolito

Ingreacti	15	30	45	75	90	98	104	119	134	149	164	179	Total
Abamectina	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Acetamiprid + buprofezin	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	1.00
Azoxystrobin+tebuconazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Azufre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Bifentrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Boscalid	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Carboxim+tiram	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Chlorfenapir	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00
Cymoxanil+mancozeb	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Flubendiamida	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Imidacloprid	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Mancozeb + oxicloruro de c	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Metomil	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Oxicloruro de cobre	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Spinosad	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfato de cobre pentahidr..	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfoxaflor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Thiocyclam	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.06	0.19	0.15	0.15	0.04	0.06	0.04	0.11	0.06	0.09	0.02	0.02	1.00

Por otro lado; en la Tabla 32 se enlistan los IA de insecticidas empleados por cada lote, asimismo su frecuencia de aplicación al cultivo. En consecuencia, se observa que en los lotes (L1) y (L2) variedades Eterey y Pietro, pertenecientes a la localidad El Inca, realizar una baja rotación de IA de insecticidas, los mismos que presentan una alta frecuencia de aplicación al cultivo.

Tabla 32.

Resumen de aplicación de pesticidas (insecticidas), por lote-localidad El Inca y El Arbolito

Localidad	Variedad - Lote	N.º de pesticidas utilizados	N.º de Insecticidas	Ingredientes activos	Total, de aplicación de insecticidas
El Inca	Eterey (L1)	33	5	abamectina(5), acetamiprid + buprofezin(1), bifentrina(8), sulfoxaflor(1), thiocyclam(6)	21
	2199 (L2)	39	10	abamectina(3), abamectina+bifentrina(1), abamectina+lambdacialotrina(1), acefato(2), flubendiamida(2), metomil(2), acetamiprid(2), bifentrina(1), imidacloprid(1), imidacloprid+betaciflutrina.(1), cyromazina(1)	17
	Pietro (L3)	43	3	abamectina(7), imidacloprid(2), thiocyclam(6)	15
	Shala N (L4)	32	9	abamectina(3), acefato(2), metomil(1), cipermetrina(1),	12

				lambdacialotrina(1), thiocyclam(1), alfacipermetrina(1), bifentrina(1), permetrina(1).	
El Arbolito	Eterey (L5)	45	11	abamectina(3), acetamiprid + buprofezin(3), bifentrina(1), spinosad(1), sulfoxaflor(1), thiocyclam (1), chlorfenapir(2), flubendiamida(1), metomil(2), imidacloprid(1).	16

Es importante indicar, que existen varios IA de insecticidas que se frecuentan entre lotes de la localidad El Inca y El Arbolito, entre ellos están el IA abamectina, empleado en los cinco lotes, el IA metomil presente en el lote (L1), (L2) y (L4); el IA thiocyclam se encontró en los lotes (L1), (L3), (L4) y (L5); la bifentrina en los lotes (L1), (L2), (L4) y (L5); el imidacloprid en el lote (L2), (L3) y (L5). Consecuentemente, se puede deducir que los productores comparten experiencias; en cuanto a moléculas para el control de plagas dentro del cultivo, probablemente por haber logrado éxito en rotaciones anteriores y que las distintas casas comerciales faciliten productos con el mismo ingrediente activo, pero con diferente nombre comercial.

Por lo tanto, la escasa rotación de IA de insecticidas, en cuanto a su modo de acción y el uso por tiempos prolongados de los mismo, generen resistencia de la población de insectos plaga, como se observa en los lotes (L1), (L2), (L3) y (L4) pertenecientes a la localidad El Inca; en donde se utilizaron 16 IA de insecticidas, 15 de ellos con el mismo modo de acción, aplicados por reiteradas ocasiones y en varios casos de forma consecutiva. Según IRAC, (2019) la resistencia a un insecticida o acaricida surge por uso excesivo o indebido del mismo contra una plaga y da como

resultado la selección darwiniana de formas resistentes de la plaga y la evolución de poblaciones con resistencia al insecticida o acaricia.

De los IA de insecticidas utilizados en la presente investigación, el INIAP (2019) enlista a nueve como eficientes para el control del psílido *B. cockerelli*. Entre ellos el IA abamectina, acefato, acetamiprid, imidacloprid, thiocyclam, lambdacialotrina, bifentrina, sulfoxaflor y spinosad.

El IA abamectina, fue uno de los más utilizados en las dos localidades, con alta frecuencia de aplicación dentro de los lotes evaluados. En tomate, se usa para el control de ácaro (*Tetranychus sp.*), minador (*Liriomyza spp.*) y enrollador (*Scrobipalpus absoluta*) (Edifarm, 2016). Luna-Cruz et al. (2011), lo describen como altamente tóxico para ninfas n-4 y adultos de *B. cockerelli*, con 100% de mortalidad en concentraciones 0.30, 0.75, 1.20 dosis (L ha-1). Si bien, es un insecticida altamente eficiente; este se lo recomienda utilizar no más de dos aplicaciones por temporada, para evitar el aumento de la proporción de resistencia del insecto plaga (Cerna et al., 2013; Vega-Gutiérrez et al., 2008). Caso contrario, a lo observado en la presente investigación; en donde el rango de frecuencia de aplicación al cultivo fue de tres a siete, probablemente generando resistencia de los insectos plaga hacia este insecticida.

Por otro lado; se observa el IA bifentrinan, como otro de los productos utilizados en todos los lotes a excepción del (L3), en tomate se usa para el control de la polilla del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) y trips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) (IRAC, 2020). Cerna et al., (2012) muestran a la bifentrina alcanzar una mortalidad 79% sobre la plaga *B. cockerelli*. Este IA presenta una baja proporción de resistencia del insecto plaga. Por ende, se debe cuidar su manejo (Cerna et al., 2005). En esta investigación no fue el caso del lote (L1), que presentó una alta frecuencia de aplicación.

Otro de los productos con alta frecuencia de aplicación, fue el IA thiocyclam, los blancos biológicos de este insecticida son el gusano cogollero del tomate: (*Tuta absoluta* [Meyrick]), Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.), Minadores (*Liriomyza spp*), Minador (*Phthorimaea operculella*), trips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) (Ramirez, 2017). En la

presente investigación, presentó alta frecuencia de aplicación en los lotes (L1) y (L3), probablemente generando resistencia de los insectos plaga. Por otro lado, este IA es reportado como altamente tóxico para insectos benéficos, comprobado en obreras de *Bombus atratus* (Riaño Jiménez y Cure, 2016).

En las dos localidades muestreadas, se efectúa un control de plagas fundamentado a base de controles químicos. Esta práctica no se la debería tomar como una solución definitiva; es necesario la implementación de otras estrategias de manejo, dentro de un manejo integrado del cultivo. Díaz Gómez, (2010) menciona un manejo constituido por tres fases: prevención (medidas orientadas a mantener las poblaciones de plagas bajas), observación (establecer el nivel de infestación, mediante monitoreo del cultivo) e intervención (medidas para reducir plagas a nivel sub-económico). Además, describe una serie de herramientas que pueden ser utilizadas para el desarrollo del proceso, control de plagas dentro del cultivo de tomate, se dispone de recursos: legales, físicos, culturales, genéticos, biológicos, orgánicos y por último químicos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El nivel de infestación de huevos y ninfas de *B. cockerelli*, se presentó ausente para las dos localidades muestreadas, se sugiere que la temperatura fue un factor determinante para obtener este resultado; durante el experimento se encontraron exposiciones de temperatura máxima, superiores a los umbrales de supervivencia del insecto de 31 °C y 7 °C.

El conteo de adultos de *B. cockerelli*, registró mayor población para la localidad El Inca, con un promedio de 0.29 insectos por trampa, con respecto a la encontrada en El Arbolito de 0.04 insectos por trampa. Estos presentes en mayor número, en las etapas de maduración y senescencia del cultivo.

El manejo agronómico consistió en prácticas de preparación del terreno, tutorado, aporque, deshierba, guiada, poda, riego y fundamentalmente de control químico. En la localidad El Inca, se utilizaron 16 IA los cuales el 87.5% tiene modo de acción sobre el sistema nervioso o muscular y el 12.5% sobre el crecimiento o desarrollo del insecto. Por otro lado, en la localidad El Arbolito se utilizaron 11 IA en donde el 72.73% tiene modo de acción sobre el sistema nervioso o muscular, el 9.09% tiene modo de acción sobre la respiración y el 18.18% tiene modo de acción sobre el crecimiento y desarrollo del insecto. No obstante, estos pesticidas tienen como objetivo de control insectos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum* West.) y trips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]), los cuales son los más abundantes dentro del cultivo

5.2 Recomendaciones

Capacitar a los pequeños productores sobre la importancia de la rotación de insecticidas por parte de profesionales de instituciones públicas y empresas privadas en el área agropecuaria.

Destinar futuras investigaciones a buscar alternativas de control agroecológicas de plagas en el cultivo de tomate riñón.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Avilés, G. M., Garzón, T. J., Marín, J. A., & Caro, M. P. (2004). El Psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): Biología, ecología y su control. In: Memoria. pp. 21-35. . pp. 21-35.
- Baide Amaya, E. J. (1996). CALENDARIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DEL TOMOTE [*Lycopersicon esculentum* M.] SEGÚN SU ETAPA FENOLÓGICA. EL ZAMORANO, HONDURAS.
- Barraza, S. (2012). Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Huachichil [Tesis de grado]: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Barrios-Díaz, B., Arellano-Fuentes, M. E., Vázquez-Huerta, G., Barrios-Díaz, J. M., Berdeja-Arbeu, R., & Hernández-Tapia, M. d. (2016). CONTROL ALTERNATIVO DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* Sulc.) EN CHILE SERRANO (*Capsicum annum* L.). *Entomología mexicana*, 3: 146–152 .
- Berry, N., Walker, M., & Butler, R. (2009). LABORATORY STUDIES TO DETERMINE THE EFFICACY OF SELECTED INSECTICIDES ON TOMATO/POTATO PSYLLID. *New Zealand Plant Protection*, 62, 145-151.
- Butler, C. D., & Trumble, J. T. (2012). The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera:Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 87-111.
- Caicedo, J. D., Simbaña, L. L., Calderon, D. A., Lalangui, k. P., & Rivera-Vargas, L. (2020). First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ in Ecuador and in South America. *Australasian Plant Disease Notes*, 3-6, <https://doi.org/10.1007/s13314-020-0375-0>.
- Camberos, U. N., & Rodríguez, V. Á. (2017). *Densidades de Insectos Vectores, Incidencia de Enfermedades y Detección Molecular de Fitopatógenos Asociados en Tomate*.
- Cardona, C., Rodriguez, i. V., Bueno, J. M., & Tapia, X. (2005). *Biología de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Frijol*. Cali, Colombia.

- Carrillo, C. C., Fu, Z., & Burckhardt, D. (2019). First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Boletín de insectología*, 85-91.
- Castillo Carrillo, C. (25 de marzo de 2019). *Situación y perspectivas punta morada de la papa y Bactericera cockerelli en Ecuador*.
- Castillo, C., Paltrinieri, S., Bustamante, J. B., & Bertaccini, A. (2018). Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, volume 47, pages311–315, DOI: <https://doi.org/10.1007/s13313-018-0557-9>.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (27 de abril de 2020). *Plagas de papa en Ecuador podrían diseminarse a la región Andina*.
- Cerna, E., Ail, C., Landeros, J., Sánchez, S., Badii, M., Aguirre, L., & Ochoa, Y. (2012). Comparison of toxicity and selectivity of the pest *Bactericera cockerelli* and its predator *Chrysoperla carnea*. *Agrociencia [online]*, vol.46, n.8, pp.783-793.
- Cerna, E., Landeros, J., Guerrero, E., Flores, A. E., & Badii, M. H. (2005). Detección de resistencia enzimática por productos sinergistas en una línea de campo de *tetranychus urticae* koch (Acari: tetranychidae). *Folia Entomológica Mexicana*, vol. 44, núm. 3, pp. 287-295.
- Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L., Flores, M., & Landeros, J. (2013). Determinación de la resistencia a insecticidas en cuatro poblaciones del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae). *Journal of experimental botany*, 82: 63-68.
- Cerna-Chávez, E., Hernández-Bautista, O., Ochoa-Fuentes, Y. M., Landeros-Flores, J., Aguirre-Uribe, L. A., & Hernández-Juárez, 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>.

- Contreras-Miranda, J. A., & Ramírez Marin, M. Á. (2020). Insecticidas sintéticos para el control del chinche marrón (*Euschistus heros* F.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 7 (1), pp: 8-13.
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., & Castillo, C. (2018). Guía de manejo de la punta.
- Déleg, M. J., & Merchan, C. P. (2015). ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL TOMATE RIÑÓN CULTIVADO EN LA PROVINCIA DEL AZUAY Y SU APLICACIÓN GASTRONÓMICA [Tesis de grado]: Universidad de Cuenca.
- Díaz Gómez, C. (2010). Manejo Integrado del Cultivo de Tomate, Boletín N°1. pp. 1-10.
- Douglas Aguilar, F. A., Rufino Salazar, J., Rufino Salazar, J., Toledo Perdomo, C. E., & Reyes, W. A. (2019). Factores que afectan la proporción sexual y comportamiento poblacional de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae): Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Edgardo Jiménez, M. (2009). *“Métodos de Control de Plagas”*. Managua, Nicaragua.
- Edifarm. (2016). *Vademécum Agrícola*. Obtenido de <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/NEWMECTIN-20160816-134423.pdf>
- EPPO. (2013). Hojas de datos de la EPPO sobre plagas recomendadas para reglamentación. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 202-208.
- Escobar, & Lee. (2001). *Manual de producción de tomate bajo Invernadero*. Bogota: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- ESPAC. (2018). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*.
- FAO. (2017). Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fornaris, G. J. (2007). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate, características de la planta*.
- Garzón, V. y. (2016). La Enfermedad del “Permanente del Tomate”.

- Gastélum, Godoy, Raymundo, & López. (2012). *Manejo del psilido del tomate (Bactericera (Paratrioza) cockerelli (Sulc.))*.
- Godfrey, L. D., & Haviland, D. R. (2004). Potato Psyllid. How to manage Pest. . *UC IPM Pest Management Guidelines: , Potato*. UC ANR Publication 3463. pp.2.
- Gómez Rodríguez, C. (2017). *Bactericera cockerelli*, Haplotipos y su Ubicación en México [Tesis de grado], Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- González, M., & García, C. (2012). Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 31-45.
- Guillén, L, Alcalá de M, D, Fernández, S, Pire, A, & Alvarez, C. (2008). Percepción de los agricultores sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(2), 222-242.
- Henne, D., Paetzold, L., Workneh, F., & C.M., R. (2010). Evaluation of potato psyllid cold tolerance, overwintering survival, sticky trap sampling and effects of liberibacter on potato psyllid alternate host plants. [Proceedings of the 2010 Annual Zebra Chip Reporting Session]. [ed. by Workneh F, Rush CM].
- INIA. (2017). *Manual de cultivo del tomate bajo invernadero*. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- INIAP. (2019). *Situación y perspectivas punta morada de la papa Bactericera cockerelli en Ecuador*.
- INIFAP. (2003). *Manejo integrado del pulgon saltador en jitomate en el estado de San Luis Potosi*.
- INTAGRI. (2017). *La enfermedad del "Permanente del Tomate"*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-enfermedad-del-permanente-del-tomate>
- IRAC. (2019). *Insecticide Resistance Management*. Sixth Edition.
- IRAC. (March de 2020). *IRAC Mode of Action Classification Scheme*. Version: 9.4.

- Jaramillo Andrade, J. F. (2015). Evaluación agronómica del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo tres diferentes coberturas plásticas [Tesis de grado]. Universidad San Francisco de Quito USFQ.
- JARAMILLO, J., RODRÍGUEZ, V. P., GUZMÁN, M., M., Z., & RENGIFO, T. (2007). *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones*. Medellín.
- Jarrín, G. (2014). EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA Y LA PROFUNDIDAD DE APLICACIÓN DEL FERTIRRIEGO EN DOS VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN [Tesis de grado]: Universidad Central del Ecuador.
- Jirón-Rojas, R. L., Nava-Camberos, U., Jiménez-Díaz, F., Alvarado-Gómez, O. G., Ávila-Rodríguez, V., & García-Hernández, J. L. (2016). Densidades de *Bactericera cockerelli* (Sulc) e Incidencia del “Permanente del Tomate” en Diferentes Condiciones de Producción del Tomate. *Southwestern Entomologist* , 41(4):1085-1094, DOI: 10.3958/059.041.0408.
- Larral, P., & Ripa, R. (2008). *Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos Capítulo 3: Manejo Integrado de Plagas Colección libros I.N.I.A. N° 23 – I.N.I.A.* Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- Liu, D., & Trumble, J. (2006). Ovipositional preferences, damage thresholds, and direction of tomato/potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions”. *Bulletin Entomological Research*, 96:197-204.
- Liu, D., Trumble, J., & Stouthamer, R. (2006). Diferenciación genética entre poblaciones orientales e introducciones recientes de psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en el oeste de América del Norte. . *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 118 (3), 177-183, Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00383.x>.
- Luna Cruz, A. L.-F., Rodríguez-Leyva, E., Ortega-Arenas, L. D., & Huerta-de la Peña, A. (2011). TOXICIDAD DE CUATRO INSECTICIDAS SOBRE *Tamarixia triozae* (BURKS) (HYMENOPTERA:EULOPHIDAE) Y SU HOSPEDERO *Bactericera cockerelli* (SULC) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) . *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 27 (3), pp. 509-526.

- MacDonald, F., Walker, G., Larsen, N., & Wallace, A. (2010). Depredadores naturales de *Bactericera cockerelli* en patatas. *Protección de plantas de Nueva Zelanda*, 63, 275-275. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2010.63.6583>.
- Marco T. Vega Gutiérrez, J. C.-T. (2008). Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *scielo*.
- Maya Hernandez, V., Ramírez, J., Cortés, R., Vega, R., & Moreno, J. (2003). Manejo integrado del pulgón saltador en jitomate en el estado de San Luis Potosí. Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Palma de la Cruz. *Instituto nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Folleto Técnico No. 22*, México.
- Medina Lerena, M. D. (2007). EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE *Bactericera cockerelli* EN TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa*). [Tesis de grado]: Universidad de Guadalajara.
- Molina, N., Verón, R., & Altamirano, J. (2010). Producción Hortícola Correntina Análisis técnico y económico del tomate en la campaña 2010. Publicación Técnica N° 40. INTA - ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA. CENTRO REGIONAL CORRIENTES. ISSN 1515-9299.
- MORALES A., S. I., MARTÍNEZ, A. M., FIGUEROA, J. I., ESPINO H., A. M., CHAVARRIETA Y., J. M., ORTÍZ R., R., . . . PINEDA, S. (2013). Parámetros de vida del parasitoide sinovigénico *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(2), 243-249 .
- Munyaneza, J. E. (2010). Psílicos como vectores de enfermedades bacterianas emergentes de cultivos anuales. *Entomólogo del suroeste*, 35 (3), 471–477. doi: 10.3958 / 059.035.0335.
- Munyaneza, J. E. (10 de diciembre de 2020). *Bactericera cockerelli* (psílido de tomate / patata). Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>
- Munyaneza, J., Crosslin, J. M., & Buchman, J. L. (2009). Acontecimiento estacional y abundancia del psílido de la papa, *Bactericera cockerelli*, en el sur central de Washington. *Springer*.

- Muñiz, R. B., & Méndez, C. R. (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*. Mexico: editorial Tauro S.A.
- Nava Camberos, U., Sánchez Galván, H., & Ávila R., V. (2010). Manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate. En V. Benavides-Mendoza, R. Torres, H. Ramírez, & S.-R. [compiladores], *Sexto Simposio Nacional de Horticultura, Producción de Tomate en el Norte de México*. (págs. 10-60). Saltillo, Coahuila.: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Nava-Camberos, U., Ávila-Rodríguez, V., Alvarado-Gómez, O. G., & Díaz, F. J. (2017). Densidades de Insectos Vectores, Incidencia de Enfermedades y Detección Molecular de Fitopatógenos Asociados en Tomate. *Southwestern Entomologist*, 42(2), 531–544.
- Noreña, J. J., Velencia, C., Aguilar, P., & Guzman, M. (2013). *Modelo tecnológico para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas en el oriente antioqueño*. Colombia: Editorial Corpoica.
- OIRSA. (2015). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo*. San Salvador, El Salvador,: Corporativo Editorial Tauro .
- Oluwashola, O., Neus, R.-G., Nathalie, C., Eleonor, M., & Steve D., W. (2020). *Bactericera cockerelli (Sulc), a potential threat to China’s potato industry*. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2): 338–349.
- Peñaherrera, G. C. (2014). ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE ATRACTIVOS NATURALES DEL CANTÓN PIMAMPIRO, PROVINCIA DE IMBABURA [Tesis de grado]: Universidad Central del Ecuador.
- Peralta, V. L. (2009). Problemática de la Bactericera cockerelli en el cultivo de tomate y papa [Tesis de grado]: Universidad Autónoma Antonio Navarro.
- Prager, S. M., Kund, G., & Trumble, J. T. (2016.). Low-input, low-cost IPM program helps manage potato psyllid. *California Agriculture*, 70(2):89-95. DOI: 10.3733/ca.v070n02p89.

- Ramírez Gomez, M., Santamaria Cesar, E., Mendez Rivera, J. S., Rios Flores, J. L., Hernandez Salgado, J. R., & Pedro Mendez, J. G. (2008). EVALUACION DE INSECTICIDAS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* B.y L.) (HOMOPTERA: TRIOZIDAE) EN EL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*, pp. 47-56.
- Ramírez Gomez, M., Santamaria Cesar, E., Mendez Rivera, J. S., Rios Flores, J. L., Hernandez Salgado, J. R., & Pedro Mendez, J. G. (2008). EVALUACION DE INSECTICIDAS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* B.y L.) (HOMOPTERA: TRIOZIDAE) EN EL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, vol. VII, núm. 1, pp. 47-56.
- Ramirez, P. J. (Marzo de 2017). *ARYSTA LIFESCIENCE*. Obtenido de [http://arystalifescience.com.co/PDF-FILES/EVISECT/F.T.%20EVISECT%20S%20\(vr.%202\).pdf](http://arystalifescience.com.co/PDF-FILES/EVISECT/F.T.%20EVISECT%20S%20(vr.%202).pdf)
- Riaño Jiménez, D., & Cure, J. R. (2016). Efecto letal agudo de los insecticidas en formulación comercial Imidacloprid, Spinosad y Thiocyclam hidrogenoxalato en obreras *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Biología Tropical*, vol. 64, núm. 4, pp. 1-9.
- Rojas, Camberos, Díaz, Alvarado, Ávila, & García. (2016). Densidades de *Bactericera cockerelli* (Sulc) e Incidencia del “Permanente del Tomate” en Diferentes Condiciones de Producción del Tomate. *BioONE*, 1085-1094.
- ROJAS, R. P. (2010). Biología de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). [Tesis de Maestría]. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Rubio Covarrubias, O. Á. (Mayo-Agosto 2006). Distribution of potato purple top and *Bactericera cockerelli* Sulc. in the main potato production zones in Mexico. *Agricultura Técnica en México*, 32 (2), pp. 201-211.
- Rubio-Covarrubias, O. Á., Almeyda-León, I. H., Cadena-Hinojosa, M. A., & Lobato-Sánchez, R. (2006). DISTRIBUCIÓN DE LA PUNTA MORADA Y *Bactericera cockerelli* Sulc. EN

- LAS PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS DE PAPA EN MÉXICO. *Agricultura Técnica en México*, Vol. 32 Núm. 2, p. 201-211.
- Ruiz Nájera, R. E., Ruiz Nájera, J. A., Guzmán Gonzales, S., & Esaú, P. L. (2011). MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS DEL CULTIVO DE TOMATE EN CINTALAPA,. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 27 (2), 129-137.
- Santamaría, K. (2018). “PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*) UTILIZANDO PLÁNTULAS INJERTAS EN PALO BOBO (*Nicotiana glauca* Graham.) COMO INDUCTOR DE RESISTENCIA A NEMÁTODOS.” [Tesis de grado]: Universidad Técnica de Ambato.
- Scotta, R. R. (2013). [Tesis de doctorado], “Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae): Daño, factores que afectan la población y su manejo en el cultivo de tomate.”. Universidad Nacional del Litoral .
- Silva, J. M. (2015). EVALUACIÓN DE CUATRO PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*) L. var. Sheila BAJO INVERNADERO [Tesis de grado] : Universidad Central del Ecuador.
- Vallejo, J. (2013). *Elaboracion de un manual guía técnico práctico del manejo de hortalizas de mayor importancia socioeconómica de la region interandina*. Quito.
- Vargas M., R., & Alvear de la F., A. (2000). Determinación de la susceptibilidad en tres poblaciones de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) a metomilo y buprofezin. *Agricultura Técnica*, 60(4), 341-349.
- Vásquez Freytez, C. L., & Manobanda Moreta, A. M. (2020). Bioecología de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi [Tesis de maestría]: Universidad Técnica de Ambato.
- Vega-Gutiérrez, M. T., Rodríguez-Maciel, J. C., Díaz-Gómez, O., & Bujanos-Muñiz. (2008). SUSCEPTIBILIDAD A INSECTICIDAS EN DOS POBLACIONES MEXICANAS DEL

- SALERILLO, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (HEMIPTERA: TRIOZIDAE). *Agrociencia*, vol. 42, núm. 4, pp. 463-471.
- VEREIJSEN, J. (2020). Ecology and management of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in New Zealand. *Journal of Integrative Agriculture*, , 19(2), 333–337. doi:10.1016/s2095-3119(19)62641-9.
- Villanueva, O. K. (2015). "CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DEL RECEPTOR DE LA VITELOGENIA EN *Bactericera cockerelli* [Sulc, 1909] (HEMIPTERA:TRIOZIDAE)" [Tesis de doctorado]: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Workneh, F., Henne, D., Childers, A., Paetzold, L., & Rush, C. (2012). Assessments of the edge effect in intensity of potato zebra chip disease. *Plant Disease*, 96(7):943-947.
- Yang, X.-B., Zhang, Y.-M., Hua, L., & 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. doi:10.1603/ec10083 .
- Zumbado, M. A., & Azofeifa, D. (2018). *Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología*. Heredia, Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp.

7. ANEXOS

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

Plantilla para la toma de datos del monitoreo de *Bactericera cockerelli*

Ubicación del lote					
Provincia	Imbabura	Cantón	Piñan	Parroquia	Piñan
Localidad	el Inca - los arboles		Agricultor	Humberto Bolaños.	
Latitud	0.356147	Longitud	-77.943813	Altitud	2376.
Datos generales del lote					
Fecha de siembra	Cultivo anterior		Etapa fenológica	Variedad	
08-08-2019	Tomate		Floración	Eterey	
Riego	Si (X) No ()	Frecuencia	Precipitaciones	Si () No (X)	Frecuencia
		15-20 min / 3 días semanas			
Pendiente	Quebrada ()	Ondulada ()		Plano (X)	

Controles fitosanitarios			
Fecha de aplicación	Ingredientes activos	Dosis	Cantidad utilizadas
01-11-2019	Difenoconazole Iprodione	250g/l 500 g/kg	250 ml / 200 l de H ₂ O 200 g / 200 l de H ₂ O

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

Labores Culturales: deshierbo, guiso.

Monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i>			
Fecha de evaluación	01-11-2014	Días desde el inicio del monitoreo	75 días

Planta Número	Número de Ninfas/planta												Número de huevos/ planta/5min	Observaciones
	Hoja 1		Hoja 2		Hoja 3		Hoja 4		Hoja 5		Hoja 6			
1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	Ausencia de la araña de la araña PS
2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
3	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
4	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
5	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
6	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
7	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
8	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
9	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
10	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
11	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
12	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
13	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
14	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
15	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
16	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
17	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
18	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
19	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"
20	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	"

Observaciones:

Anexo 2. Plantilla para el registro de órdenes de insectos artrópodos en los alrededores de los invernaderos en estudio

ORDENES ENCONTRADOS ALREDEDOR DE CADA INVERNADERO								
LOTE - 1 - WILSON MARTINEZ								
Díptero	Himenóptero	Coleóptero	Hemíptero	Odonata	Lepidóptero	Tysanóptero	Aracnidos	Larvas
40	2	-	5	4	1	-	-	-
LOTE - 2 - PABLO NUÑEZ								
Díptero	Himenóptero	Coleóptero	Hemíptero	Odonata	Lepidóptero	Tysanóptero	Arácnidos	Larvas
122	1	14	5	-	1	-	3	-
LOTE - 3 - OMAR VALLES								
Díptero	Himenóptero	Coleóptero	Hemíptero	Odonata	Lepidóptero	Tysanóptero	Arácnidos	Larvas
39	5	-	23	-	-	-	-	-
LOTE - 4 - BOLIVAR NUÑEZ								
Díptero	Himenóptero	Coleóptero	Hemíptero	Odonata	Lepidóptero	Tysanóptero	Arácnidos	Larvas
322	17	39	11	-	1	17	9	-
LOTE - 5 - HUMBERTO BOLAÑOS								
Díptero	Himenóptero	Coleóptero	Hemíptero	Odonata	Lepidóptero	Tysanóptero	Arácnidos	Larvas
141	24	75	16	-	2	-	-	1

Anexo 3. Plantilla para el registro de conteo de adultos de *B. cockerelli* por medio de trampas amarillas

CONTEO DE TRAMPAS MONITOREO 1										
FECHA	TRAMPA	ORDENES ENCONTRADOS								BACTERIC ERA COCKERE LLI
		HEMIPTEROS	TYSANOPTEROS	DIPTEROS	HIMENIOTEROS	COLEOPTEROS	LEPIDOPTEROS	HOMOPTEROS	ARAÑAS	
30-08-19	L1T1	2777	144	148	—					
30-08-19	L1T2	978	41	49	1					1
30-08-19	L1T3	523	48	62	—	1				2
30-08-19	L1T4	212	68	72	—					
30-08-19	L2T1	579	34	27	—					
30-08-19	L2T2	148	24	38	—					
				19						
30-08-19	L3T1	49	34	11	1					
30-08-19	L3T2	30	24	13	—	1				1
30-08-19	L3T3	53	25	15	3					
30-08-19	L3T4	28	14		1					
30-08-19	L4T1	108	17	14	—					
30-08-19	L4T2	164	13	31	3					1
30-08-19	L5T1	52	30	75	—					
30-08-19	L5T2	139	84	107	10	1				
30-08-19	L5T3	53	19	80	3		1			
30-08-19	L5T4	46	16	116	3					