



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN**  
**CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sulc EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CANTÓN COTACACHI”

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

AUTOR:

Bryan Paul Puma Ordoñez

DIRECTORA:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD,

**Ibarra, 2021**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli*  
Sulc EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CANTÓN  
COTACACHI”

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 Beltrán, PhD

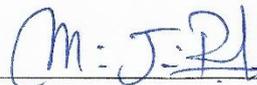
**DIRECTORA**



FIRMA

Ing. María José Romero Astudillo, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Lic. Ima Sánchez de Céspedes, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003113295		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Puma Ordoñez Bryan Paul		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui		
EMAIL:	<a href="mailto:bppumao@utn.edu.ec">bppumao@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	06217853	TELÉFONO MÓVIL:	0998648636

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Evaluación de la dinámica poblacional de <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc. en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en el Cantón Cotacachi”
AUTOR:	Bryan Paul Puma Ordoñez
FECHA:	05/10/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniero Agropecuario
DIRECTORA	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

## 2. CONSTANCIAS

El autor Puma Ordoñez Bryan Paul manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar 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 5 días del mes de octubre de 2021

El AUTOR: .....

Bryan Paul Puma Ordoñez, CI: 100311329-5

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 05 días del mes de octubre de 2021

**Bryan Paul Puma Ordoñez:** "EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* SULC. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CANTÓN COTACACHI" /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 05 días del mes de octubre de 2021, 111 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Julia Karina Prado Beltrán PhD

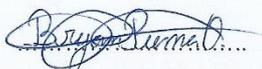
El objetivo principal de la presente investigación fue Evaluar la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* Sulc. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Cantón Cotacachi. Entre los objetivos específicos se encuentran: 1) Establecer el nivel de infestación a través del monitoreo directo de huevo y ninfas de *Bactericera cockerelli* Sulc. en el cultivo de papa en el cantón Cotacachi. 2) Determinar la población de insectos adultos a través de monitoreo indirecto en el cultivo de papa en el cantón Cotacachi. 3) Registrar información primaria a través de encuestas para la descripción del manejo agronómico del cultivo de papa.



.....

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

**Directora de Trabajo de Grado**



.....

Bryan Paul Puma Ordoñez

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mis padres, hermanos y sobrinas quienes fueron mi motivación y han sido un apoyo incondicional. Gracias a su esfuerzo, dedicación y trabajo he culminado la carrera.*

*A la Universidad Técnica del Norte, a la Granja Experimental La Pradera y especialmente a la Carrera de Ingeniería en Agropecuaria por abrirme las puertas a la educación superior.*

*Infinitas gracias a mi directora la PhD. Julia Prado por su guía y apoyo incondicional, así como también a mis asesoras MSc. María José Romero y MSc. Ima Sánchez, por estar prestas a compartir su conocimiento en el proceso de elaboración y redacción de este documento de investigación.*

*Por último, agradezco amigos con quienes forme lazos fuertes de amistad y vivimos juntos experiencias inolvidables dentro y fuera de la carrera.*

*Bryan Paul Puma Ordoñez*

## DEDICATORIA

*Quiero dedicar este logro a mis padres Lilia y Ramiro, quienes han sido los mis pilares fundamentales y guías a lo largo de este camino, inculcándome valores y principios que me han hecho ser una mejor persona.*

*A mis hermanos Fernanda y Ramiro, y mi sobrina Amelia que han sido un gran apoyo y mi inspiración para lograr alcanzar esta meta, creyendo en mi capacidad de ser un gran profesional. A ellos, que han sido mis compañeros de vida, quiero que sepan que todo es por ellos.*

*A mi hermana que está en el cielo, mi Mariu, quiero dedicarle este trabajo y agradecerle por siempre creer en mí e inspirarme a seguir con mis estudios, quiero decirle que siempre la llevare en mi corazón.*

*A mis amigos Jefferson, Geovanny, Jimmy, Yalmar y Sebastián que han hecho de mi experiencia universitaria una etapa llena de recuerdos inolvidables, gracias por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, sepan que siempre contar conmigo.*

*Bryan Paul Puma Ordoñez*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
ÍNDICE DE ANEXOS .....	15
RESUMEN.....	16
CAPITULO I.....	18
INTRODUCCIÓN .....	18
1.1. Antecedentes .....	18
1.2. Problema de investigación .....	19
1.3. Justificación.....	20
1.4. Objetivos .....	21
1.4.1. Objetivo general .....	21
1.4.2. Objetivos específicos.....	21
1.5. Preguntas directrices .....	22
CAPITULO II .....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Origen y distribución de la papa .....	23
2.2. Descripción taxonómica de la papa.....	23
2.3. Descripción botánica .....	23
2.3.1. Raíz.....	23
2.3.2. Tallo .....	23
2.3.3. Hojas.....	24
2.3.4. Flores .....	24
2.3.5. Fruto .....	24
2.3.6. Tubérculo .....	24
2.4. Fenología del cultivo.....	24
2.5. Condiciones climáticas.....	25
2.6. <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc. ....	26
2.6.1. Distribución.....	26
2.6.2. Taxonomía.....	26
2.7. Ciclo de vida.....	26
2.7.1. Huevecillos.....	27
2.7.2. Instar de la ninfa.....	27

2.7.3. Adulto.....	30
2.8. Daños directos ocasionados por <i>B. cockerelli</i> S.....	30
2.9. Daños indirectos ocasionados por <i>B. cockerelli</i> S.....	31
2.10. Plantas hospederas.....	31
2.11. Manejo integrado de <i>B. cockerelli</i> .....	31
2.11.1 Sistemas de monitoreo para <i>B. cockerelli</i> .....	31
2.11.1.1. Directo.....	32
2.11.1.2. Indirecto.....	32
2.11.2 Control biológico.....	32
2.11.3 Control químico.....	33
2.11.4 Uso de extractos.....	33
2.12. Marco Legal.....	33
CAPITULO III.....	35
MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1. Características del área de estudio.....	35
3.2. Materiales y equipos.....	36
3.3. Métodos.....	36
3.3.1 Unidad de observación.....	37
3.3.2 Sistemas de muestreo.....	37
3.3.3 Variables a evaluar.....	38
3.4. Manejo del experimento.....	42
3.4.1. Selección de lotes.....	42
3.4.2. Identificación de lotes.....	43
3.4.3. Ubicación de los dataloger.....	43
3.4.4. Monitoreo.....	44
3.4.5. Manejo de trampas amarillas.....	44
3.4.6. Manejo de la red entomológica.....	45
3.4.7. Clasificación de insectos.....	46
3.5. Análisis estadístico.....	46
CAPÍTULO IV.....	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Número de huevos.....	47
4.1.1. Por etapa fenológica.....	47
4.1.2. Número de huevos según la etapa fenológica por localidad.....	47

4.1.3.	Número de huevos por estapa fenológica en Ugshapungo segun la variedad .....	48
4.1.4.	Número de huevos por planta por localidad .....	50
4.2.	Número de ninfas .....	51
4.2.1.	Por etapa fenologica.....	52
4.2.2.	Número de ninfas según la etapa fenológica por localidad .....	52
4.2.3.	Número de ninfas según la etapa fenologica en Ugshapungo por lote .....	53
4.2.4.	Número de ninfas por planta por localidad .....	56
4.3.	Número de adultos .....	58
4.3.1.	Por etapa fenológica.....	58
4.3.2.	Número de adultos según la etapa fenológica por localidad.....	59
4.3.3.	Número de adultos según la etapa fenológica en Ugshapungo por lote .....	60
4.3.4.	Número de adultos por trampa por localicad por variedad .....	62
4.4.	Síntomas de punta morada .....	64
4.5.	Número de insecto por orden encontrados en trampas .....	65
4.5.1.	Por orden y localidad .....	65
4.5.2.	Por orden y etapa fenológica en Chilcapamba.....	67
4.5.3.	Por orden y etapa fenológica en San Nicolas.....	68
4.5.4.	Por orden y etapa fenológica en Tunibamba.....	68
4.5.5.	Por orden y etapa fenológica en Ushapungo variedad Chola .....	70
4.5.6.	Por orden y etapa fenológica en Ushapungo variedades Chola y Unica.....	70
4.5.7.	Por orden y etapa fenológica en Ushapungo variedad Chola, Unica y Violeta .....	71
4.6.	Entomofauna en la etapa de floración a través de red entomológica .....	73
4.7.	Manejo agronómico del cultivo .....	75
4.7.1.	Manejo .....	75
4.7.2.	Control químico en Tunibamba - Lote 1 .....	76
4.7.3.	Control químico en Chilcapamba - Lote2.....	76
4.7.4.	Control químico en San Nicolás - Lote 7.....	77
4.7.5.	Control químico en Ugshapungo .....	78
4.7.5.1.	Lote 3 .....	79
4.7.5.2.	Lote 4 .....	79
4.7.5.3.	Lote 5 .....	80
4.7.5.4.	Lote 6 .....	81
4.7.5.5.	Lote 8 .....	82
4.7.5.6.	Lote 9 .....	83

4.7.5.7. Lote 10 .....	84
4.7.6. Resumen de Control quimico.....	85
4.8. Temperatura y Precipitación .....	88
4.8.1. Tunibamba .....	88
4.8.2. Chilcapamba.....	89
4.8.3. San Nicolás .....	91
4.8.4. Ugshapungo .....	92
CAPÍTULO V .....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1. Conclusiones .....	97
5.2. Recomendaciones.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Etapas fenológicas del cultivo de papa</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Ciclo de vida de B. cockerelli S.</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Huevecillos de B. cockerelli S.</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Primer instar de B. cockerelli S.</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Segundo instar de B. cockerelli S.</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Tercer instar de B. cockerelli S.</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Cuarto instar de B. cockerelli S.</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Quinto instar de B. cockerelli S.</i> .....	30
<b>Figura 9</b> <i>Adulto de B. cockerelli S.</i> .....	30
<b>Figura 10</b> <i>Mapa de ubicación de las localidades</i> .....	35
<b>Figura 11</b> <i>Monitoreo en forma de X</i> .....	37
<b>Figura 12</b> <i>Huevo de B. cockerelli S.</i> .....	38
<b>Figura 13</b> <i>Ninfa del cuarto instar de B. cockerelli S. en cultivo de papa</i> .....	38
<b>Figura 14</b> <i>Adulto de B. cockerelli S. en la trampa amarilla</i> .....	39
<b>Figura 15</b> <i>Síntomas de punta morada A) Hojas moradas, B) Tubérculo aéreo</i> .....	40
<b>Figura 16</b> <i>Entomofauna atrapada en trampas amarillas</i> .....	40
<b>Figura 17</b> <i>Adultos de B. cockerelli S. recolectados con red entomológica</i> .....	41
<b>Figura 18</b> <i>Formato de INIAP para recolección de información primaria</i> .....	41
<b>Figura 19</b> <i>Medidor de temperatura</i> .....	42
<b>Figura 20</b> <i>Lote de producción de papa</i> .....	43
<b>Figura 21</b> <i>Ubicación de data logger</i> .....	43
<b>Figura 22</b> <i>Monitoreo en campo</i> .....	44
<b>Figura 23</b> <i>Trampas amarillas en campo A) Trampa colocada en el lote, B) Conteo de insectos en laboratorio</i> .....	45
<b>Figura 24</b> <i>Pase de red entomológica</i> .....	45
<b>Figura 25</b> <i>Conteo de insectos recolectados con red entomológica</i> .....	46
<b>Figura 26</b> <i>Número de huevos de B. cockerelli S. según la etapa fenológica</i> .....	47
<b>Figura 27</b> <i>Número de huevos de B. cockerelli S. por etapa fenológica en localidades de Cotacachi</i> .....	48
<b>Figura 28</b> <i>Número de huevos de B. cockerelli S. en Ugshapungo por etapa fenología según la variedad de papa</i> .....	48
<b>Figura 29</b> <i>Número de huevos de B. cockerelli S. por planta por localidad según la variedad</i> .....	50
<b>Figura 30</b> <i>Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi</i> .....	52
<b>Figura 31</b> <i>Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi</i> .....	53
<b>Figura 32</b> <i>Número de ninfas por etapa fenológica por lotes en Ugshapungo variedad Chola</i> .....	54
<b>Figura 33</b> <i>Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica por lotes en Ugshapungo variedades Chola y Única</i> .....	55

<b>Figura 34</b> <i>Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica por lotes en Ugshapungo variedades Chola, Única y violeta.....</i>	55
<b>Figura 35</b> <i>Número de ninfas de B. cockerelli S. por planta según la variedad en las localidades de Cotacachi .....</i>	56
<b>Figura 36</b> <i>Número de adultos de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi .....</i>	58
<b>Figura 37</b> <i>Número de adultos de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi .....</i>	59
<b>Figura 38</b> <i>Número de adultos de B. cockerelli S. por lotes en Ugshapungo variedad Chola.</i>	61
<b>Figura 39</b> <i>Número de adultos de B. cockerelli S. por trampa por lotes en Ugshapungo variedades Chola, Única y Violeta .....</i>	62
<b>Figura 40</b> <i>Número de adultos de B. cockerelli S. por trampa por Localidad según la variedad .....</i>	63
<b>Figura 41</b> <i>Porcentaje de Incidencia de punta morada en papa en las localidades de Cotacachi .....</i>	64
<b>Figura 42</b> <i>Entomofauna presente en Chilcapamba según la etapa fenológica variedad Chola y Única .....</i>	67
<b>Figura 43</b> <i>Entomofauna presente en San Nicolás según la etapa fenológica variedades Súper chola, Capiro y Violeta .....</i>	68
<b>Figura 44</b> <i>Entomofauna presente en Tunibamba según la etapa fenológica variedad Chola</i>	69
<b>Figura 45</b> <i>Entomofauna presente en Ugshapungo según la etapa fenológica variedad Chola .....</i>	70
<b>Figura 46</b> <i>Entomofauna presente en Ugshapungo según la etapa fenológica variedades Chola y Única.....</i>	71
<b>Figura 47</b> <i>Entomofauna presente en Ugshapungo según la etapa fenológica variedades Chola, Única y Violeta .....</i>	72
<b>Figura 48</b> <i>Variación diaria de temperatura en la localidad de Tunibamba .....</i>	89
<b>Figura 49</b> <i>Variación de precipitación diaria en la localidad de Tunibamba .....</i>	89
<b>Figura 50</b> <i>Variación diaria de temperatura en la localidad de Chilcapamba.....</i>	90
<b>Figura 51</b> <i>Variación diaria de precipitación en la localidad de Chilcapamba .....</i>	90
<b>Figura 52</b> <i>Variación diaria de temperatura en la localidad de San Nicolás .....</i>	91
<b>Figura 53</b> <i>Variación diaria de precipitación en la localidad de San Nicolás .....</i>	92
<b>Figura 54</b> <i>Variación diaria de temperatura en la localidad de Ugshapungo parte 1 .....</i>	93
<b>Figura 55</b> <i>Variación diaria de precipitación en la localidad de Ugshapungo parte 1.....</i>	93
<b>Figura 56</b> <i>Variación diaria de temperatura en la localidad de Ugshapungo parte 2 .....</i>	94
<b>Figura 57</b> <i>Variación diaria de precipitación en la localidad de Ugshapungo parte 2.....</i>	95

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Productos químicos para control de B. cockerelli S.</i> .....	33
<b>Tabla 2</b> <i>Materiales equipos y paquetes de software</i> .....	36
<b>Tabla 3</b> <i>Características de los lotes de producción de papa del Cantón Cotacachi</i> .....	37
<b>Tabla 4</b> <i>Entomofauna por orden y localidad</i> .....	66
<b>Tabla 5</b> <i>Entomofauna durante la etapa de floración</i> .....	74
<b>Tabla 6</b> <i>Tabla de contingencia Tunibamba - etapa fenológica</i> .....	76
<b>Tabla 7</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Tunibamba Lote 1 /En columnas: I.A, Modo de acción y etapa fenológica</i> .....	76
<b>Tabla 8</b> <i>Tabla de contingencia Chilcapamba - etapa fenológica</i> .....	77
<b>Tabla 9</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Chilcapamba Lote 2</i> .....	77
<b>Tabla 10</b> <i>Tabla de contingencia San Nicolas - etapa fenológica</i> .....	77
<b>Tabla 11</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad San Nicolas Lote 7</i> .....	78
<b>Tabla 12</b> <i>Tabla de contingencia Ugshapungo</i> .....	78
<b>Tabla 13</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 3</i> .....	79
<b>Tabla 14</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote</i> .....	80
<b>Tabla 15</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 5</i> .....	81
<b>Tabla 16</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 6</i> .....	81
<b>Tabla 17</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 8</i> .....	83
<b>Tabla 18</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 9</i> .....	83
<b>Tabla 19</b> <i>Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 9</i> .....	84
<b>Tabla 20</b> <i>Promedio de aplicaciones en Cotacachi</i> .....	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Plantilla para la toma de datos del monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.....	109
Anexo 2 Plantilla para el registro por conteo de insectos capturados en trampas amarillas..	111

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli*  
Sulc. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CANTÓN  
COTACACHI**

Autor: Puma Ordoñez Bryan Paul<sup>1</sup>

\*Universidad Técnica del Norte

Correo: [bppumao@utn.edu.ec](mailto:bppumao@utn.edu.ec)

**RESUMEN**

El cultivo de papa es afectado por distintas plagas, entre las cuales se encuentra *Bactericera cockerelli* Sulc la cual ocasiona daños en la planta durante sus estadios ninfales y como adulto, ocasionando pérdidas en la producción. Como objetivo de la investigación se planteó evaluar la dinámica poblacional de *B. cockerelli* Sulc. en el cantón Cotacachi, para ello se realizaron monitoreos directos en 20 plantas al azar en forma de X, ubicadas en lotes de producción de papa, en donde se contaron huevos y ninfas del cuarto y quinto instar, además se realizó un monitoreo indirecto en el adulto con el uso de trampas amarillas. Adicional a esto, se realizó la recolección de entomofauna presente durante la etapa de floración con el fin de determinar los insectos presentes en la polinización, las variables fueron evaluadas cada 15 días, en cuatro zonas del cantón que van desde los 2 409 a 3 250 m.s.n.m. Los resultados mostraron que existe la presencia de ninfas, huevos y adultos, mostrando diferencias significativas entre localidades y etapa fenológica. La máxima presencia de huevos y ninfas que se obtuvo por planta en las localidades fue de 220 y 102 en Tunibamba, Chilcapamba con 88 y 37, San Nicolás con 41 y 9, Ugshapungo con 85 y 12 respectivamente. En cambio, la mayor cantidad de adultos observados por trampa fue de 147, 163, 18 y 64 para las localidades respectivamente. En el análisis de ingredientes activos se identificó que se utilizan nueve productos para el control de plagas.

**Palabras claves:** monitoreo, ninfas, oviposturas, etapas fenológicas, vector.

## ABSTRACT

The potato crop is affected by different pests, such as *Bactericera cockerelli* Sulc, which causes damage to the plant during its nymphal stages and as an adult, causing losses in production. The objective of the research was to evaluate the population dynamics of *B. cockerelli* Sulc. In Cotacachi canton, direct monitoring was carried out in 20 random X-shaped plants, located in potato production lots, where eggs and nymphs of the fourth and fifth instar were counted, and indirect monitoring was also carried out in the adult with the use of yellow traps. In addition, the entomofauna during the flowering stage was collected in order to determine the insects present in the pollination, the variables were evaluated every 15 days, in four areas of the canton ranging from 2 409 to 3 250 mbsl. The results showed that there were of nymphs, eggs and adults, showing significant differences between locations and phenological stage. The maximum amount of eggs and nymphs that was obtained per plant in the localities was 220 and 102 in Tunibamba, Chilcapamba with 88 and 37, San Nicolás with 41 and 9, Ugshapungo with 85 and 12 respectively. In contrast, the highest number of adults observed per trap was 147, 163, 18 and 64 for the localities respectively. In the active ingredient analysis, it was identified that nine products are used for pest control.

**Keywords:** Monitoring, nymphs, ovipositions, phenological stage, vector.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La papa tiene una amplia variedad genética, ya sea que se encuentre en cultivo o de manera silvestre, su origen se lo considera en América del Sur, en los países que conforman la cordillera de los Andes (Rodríguez, 2010), ya que estos tienen las condiciones adecuadas para su desarrollo como lo es temperaturas templadas, precipitaciones altas, moderadas corrientes de viento y una amplia variedad de tipos de suelo (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2002).

A nivel nacional es uno de los cultivos más importantes, en el año 2020 se sembraron aproximadamente 25 924 ha, las cuales las provincias con mayor superficie sembrada son Carchi, Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2021). Su gran consumo se debe a calidad nutricional ya que es baja en calorías, libre de grasas y colesterol, con un alto contenido de potasio y vitamina C, lo cual ayuda a combatir resfríos y gripes, además es una rica fuente de almidón, por lo que es una buena fuente de energía (Muñoz, 2014).

En las principales ciudades del país, la papa es la que mayor preferencia tiene en comparación con otros tubérculos y raíces, esto se debe a que se comercializa en mayor cantidad en el país, al tener un costo accesible para la mayoría de las familias (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2002).

Este cultivo se ha visto afectado por una gran cantidad de oomicetos, hongos, bacterias, virosis e insectos, entre los cuales se encuentra el Psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* S.), esta se alimenta de la savia de las plantas (floema) que hospeda en las cuales puede accionar varios daños que son ocasionados por las ninfas cuando se alimentan de las plantas (Centro Internacional de la Papa [CIP], 2013).

*B. cockerelli* S. ha sido reportada en el país en el año 2017, esta se presentó en dos localidades de la ciudad de Quito en las cuales se encontraba sembrada papa, estos fueron identificados por su color, características estructurales de la cabeza, antena, alas y, en particular, terminales masculinas y femeninas (Castillo et al., 2019).

El Centro Internacional de la Papa (CIP) ha estado recopilando información sobre el aumento poblacional de plagas en Sudamérica (Centro Internacional de la Papa, 2013), y se plantearon como objetivo el predecir la población potencial de insectos en diferentes zonas agroecológicas, así como para determinar la infestación en periodos críticos durante la temporada de cultivo (Sporleder et al., 2017), para ello se crea el software Insect Life Cycle Modeling (ILCYM), el cual facilita el desarrollo de nuevos modelos de fenología de insectos y para proporcionar herramientas analíticas para el estudio de la ecología de poblaciones de los insectos, además de indicar posibles zonas de riesgo.

Este programa ya ha sido probado en distintos lugares, modelando la fenología de mosca blanca de Invernadero (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) en la ciudad de Kampala, Uganda (Kroschel et al., 2014) y en la predicción de cambios en la temperatura global causados por el cambio climático en el tubérculo de papa midiendo la distribución y abundancia de la polilla (*Phthorimaea operculella*) para el cual además de usar modelos de fenología se realizaron cartografías de las principales zonas de presencia de la plaga (Kroschel et al., 2013).

El monitoreo de poblaciones de *B. cockerelli* S. nos ayuda a determinar su presencia y conocer cuál es su estructura poblacional según sus distintos estados biológicos, para determinar qué acción de manejo se puede realizar ( Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], 2017). Se debe realizar un cuidadoso monitoreo semanal mediante la observación y conteo de los diferentes estadios de *B. cockerelli* S, siendo los más adecuados el monitoreo directo en el cual se realiza el conteo de huevos y ninfas durante un determinado periodo de tiempo por planta, con el fin de determinar si existe presencia de la plaga en la planta (Davidson, 1992; Castillo et al., 2019), en cambio para la población adulta se realiza un monitoreo indirecto con el uso de trampas adhesivas de color amarillo o naranja, las cuales son colocadas en el borde y centro del cultivo (Ramírez et al., 2008).

## **1.2. Problema de investigación**

*B. cockerelli* S. causa daños directos en el cultivo de papa al alimentarse de la sabia de las plantas durante su estadio como ninfa y daños indirectos en la etapa de adulto ya que actúa como un vector de enfermedades las cuales en algunos casos son difíciles de identificar y tratar de manera adecuada (Almeyda et al., 2008; Vega, 2010).

Esta plaga es hospedera de plantas de la familia Solanaceae, aunque también han sido encontrada alimentándose de muchas plantas y así se considera que tienen hospederos alternos (Rubio et al., 2013). Es considerado como un insecto vector ya que porta fitoplasmas que producen enfermedades, como es el caso del fitoplasma 16SrII que fue descrito como el agente causal de punta morada, el cual fue reportado en la ciudad de San Gabriel, donde además se otros encontraron síntomas como tubérculos aéreos y escoba de bruja en cultivo de papa (Caicedo et al., 2015).

Además, ha registrado como vector del fitoplasma *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso), el cual es el agente causal de la enfermedad de papa rayada o zebra chip, la cual ha llegado a ocasionar pérdidas del 58.54% en calidad del tubérculo de la variedad de papa súper chola (Dalgo, 2020), además se ha reportado que este mismo fitoplasma es el agente causal de punta morada de la papa la cual ha ocasionado pérdidas de producción de entre 70 a 100% (Liefting et al., 2008; Cuesta et al., 2021). Por otro lado, la presencia de *B. cockerelli* S. ha llegado a ocasionar pérdidas de hasta el 85 % en cultivos de papa y tomate (Cortéz, 2010).

La presencia de este tipo de plagas obliga a los agricultores a realizar aplicaciones de productos químicos de manera obsesiva sobre los cultivos, Szczepaniec et al. (2019) indican que se han registrado más de 20 aplicaciones en el ciclo del cultivo lo cual a aumentado el costo de producción de 25 % a 50 %, esto a su vez ha conllevado a la contaminación de los recursos suelo y agua, además de alteraciones en la flora y fauna cercana al cultivo (Yanggen et al., 2003). Inclusive se ha podido observar los tubérculos con residuos de plaguicidas que llegan a la venta en mercados municipales, lo cual afecta la salud de los consumidores (Mera, 2001).

### **1.3. Justificación**

Debido a la gran aplicación de insecticidas el medio ambiente se ha visto deteriorado, produciendo un desbalance en la agricultura (Altieri y Nicholls, 2000), además de potenciar la aparición de nuevas plagas o la resistencia que pueden adquirir estas a productos químicos, lo que conlleva a la dependencia de insumos químicos para realizar la agricultura (Perez y Landeros, 2009).

El monitoreo de las poblaciones de *B. cockerelli* S. nos permite determinar su presencia y conocer la estructura de sus poblaciones, lo cual es la proporción relativa de sus diferentes estadios biológicos y si están presentes en una densidad poblacional que requiera llevar a cabo

alguna acción de manejo durante la producción (Wenninger et al., 2017; Cuesta et al., 2021), además al conocer la dinámica poblacional de la plaga se puede elaborar tablas de vida, las cuales al usarse junto con la información de temperatura obtenida durante un periodo de evaluación pueden ayudar al desarrollo de modelamientos del ciclo de vida del insecto como lo es el caso del programa ILCYM el cual realiza simulaciones para determinar la distribución de la población y mapas de riesgos en lugares actuales y futuros de las zonas de producción de papa (CIP, 2013; Sporleder et al., 2017).

Por lo tanto, la presente investigación se enfoca en establecer la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S. mediante monitoreo directo e indirecto en los distintos estadios de vida que presenta y así poder plantear estrategias para su control según el desarrollo del insecto, este estudio se realiza 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 ayudarán a elaborar un protocolo para el monitoreo del insecto, evaluación de trampas amarillas y la recolección de insectos.

En el cantón Cotacachi no se tiene registros de la presencia de *B. cockerelli* S. en cultivos de papa, sin embargo, al ser una de las principales zonas paperas de la provincia de Imbabura es importante que se tenga información de la presencia de esta plaga, para ello se seleccionaron las localidades de Tunibamba, Chilcapamba, San Nicolás y Ugshapungo con el fin de realizar la presente investigación.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* Sulc. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Cantón Cotacachi.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Establecer el nivel de infestación a través del monitoreo directo de huevos y ninfas de *Bactericera cockerelli* Sulc. en el cultivo de papa en el cantón Cotacachi.
- Determinar la población de insectos adultos a través de monitoreo indirecto en el cultivo de papa en el cantón Cotacachi.

- Registrar información primaria a través de encuestas para la descripción del manejo agronómico del cultivo de papa.

### *1.5 Preguntas directrices*

- ¿Existe la presencia de *B. cockerelli* Sulc. en lotes de producción de papa en el Cantón Cotacachi?
- ¿Existe diferencia de infestación de *B. cockerelli* Sulc. en lotes de producción de papa del Cantón Cotacachi?

# CAPITULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen y distribución de la papa

Se considera que la papa fue domesticada en Sudamérica, en el país de Bolivia en los lagos Titicaca y Poopó hace 7 000 a 10 000 años, a pesar de que los primeros rastros se encontraron al sur de Lima en Perú hace aproximadamente 10 500 años (Lujan, 2009). Existen varios puntos de vista en lo que respecta al origen de la papa, en lo que coinciden la mayoría de los autores es que esta entre los países Perú y Bolivia, ya que en ellos se encuentra la mayor variabilidad genética (Bonavia, 1993).

### 2.2. Descripción taxonómica de la papa

Según Vizcaíno (2017) la papa pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Angiosperma
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Género: *Solanum*
- Especie: *S. tuberosum* L.

### 2.3. Descripción botánica

#### 2.3.1. Raíz

La papa puede sembrarse utilizando una semilla o de un tubérculo. Al brotar de una semilla se forma una delicada raíz axonomorfa (primaria) con ramificaciones laterales. Al crecer de un tubérculo se forman raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones (Inostroza y Méndez, 2017).

#### 2.3.2. Tallo

Sus tallos aéreos son herbáceos normalmente de color verde, ramificados, gruesos, fuertes y angulosos, alcanzan una altura 0.5 a 1 m, estos brotan de la yema del tubérculo madre (Arce, 2002).

### **2.3.3. Hojas**

Las hojas son alternas las primeras hojas tienen aspecto simple vienen después de las hojas compuestas imparipinadas con tres pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal entre las hojuelas laterales hay hojuelas en segundo orden (Egusquiza, 2003).

### **2.3.4. Flores**

Las flores nacen en racimos y por lo regular son terminales. Cada flor contiene órganos masculinos y femeninos. Son pentámeras, sus sépalos, comúnmente son de color blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación (INIAP, 2002).

### **2.3.5. Fruto**

Presenta una baya pequeña, carnosa, de forma ovalada proveniente del ovario. Su color depende de la variedad, suelen encontrarse el verde, amarillo, café e incluso violeta. Las semillas son plana y ovaladas, por fruto pueden encontrarse hasta 400 semillas (Egusquiza, 2003).

### **2.3.6. Tubérculo**

El tubérculo de papa es el tallo subterráneo, considerado como la parte aprovechable de la planta, está especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía, tiene una forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla (varía dependiendo de la variedad) y yemas apicales (Cuesta, 2006).

## **2.4. Fenología del cultivo**

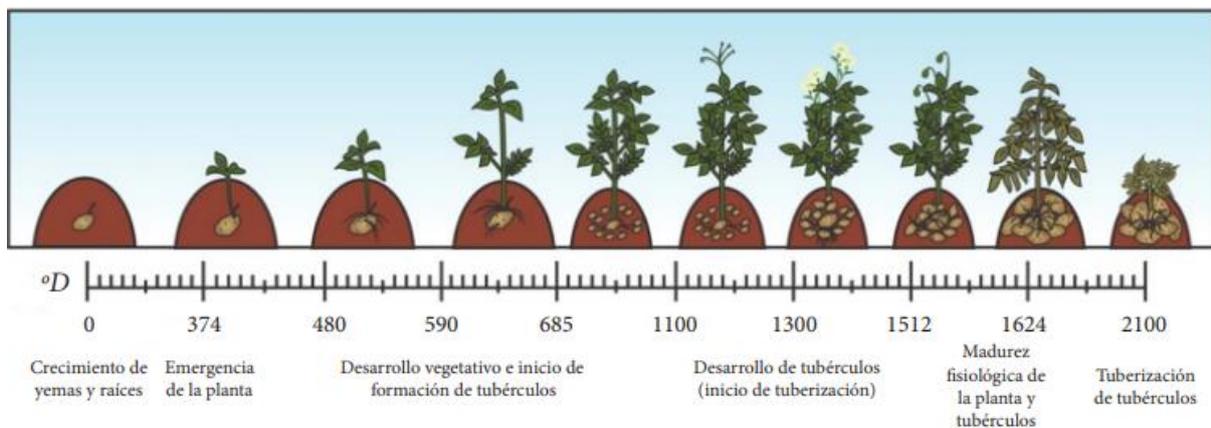
Las etapas fenológicas analizadas por Bouzo (2009) dividen el crecimiento y desarrollo de la planta de papa en cinco estados diferentes (Figura 1):

- **Desarrollo de los brotes (emergencia):** a partir del tubérculo-semilla, que será el tallo y en la base de este comienzan a emerger las raíces.
- **Crecimiento vegetativo:** comienza la fotosíntesis, desarrollo de tallos, ramas y hojas en la parte aérea y desarrollo de raíces y estolones en la parte subterránea.
- **Inicio de la tuberización:** los tubérculos se forman en la punta de los estolones en la parte subterránea, en la mayoría de los cultivares el fin de esta etapa coincide con el inicio de la floración.

- **Llenado de tubérculos:** las células de los tubérculos se expanden con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos, los tubérculos se convierten en la parte dominante de la acumulación de carbohidratos y nutrientes inorgánicos.
- **Maduración:** la fotosíntesis disminuye, el crecimiento del tubérculo también disminuye, la planta toma un color amarillento y eventualmente muere, en este punto el tubérculo alcanza su máximo contenido de materia seca y tiene la piel bien formada

**Figura 1**

*Etapas fenológicas del cultivo de papa*



Fuente: Flores et al. (2014)

## 2.5. Condiciones climáticas

El autor Casaca (2005) da a conocer los siguientes requerimientos climáticos para el óptimo desarrollo de la papa:

- **Temperatura:** Requiere de 15 a 20 °C para su tuberización y crecimiento, la papa es considerada una planta termo periódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10 °C (Arribillaga, 2013).
- **Luminosidad:** Necesita períodos de 8 a 12 horas luz (Casaca, 2005).
- **Precipitación:** Durante todo su ciclo requiere de 600 mm, distribuida en todo su ciclo vegetativo, las mayores demandas sedan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos (Valencia, 1989).
- **Viento:** Requiere vientos moderados, que no excedan 20 km por hora, para que estos no causen daños o influyan en los rendimientos (Arribillaga, 2013).

- **Altitud:** Lo ideal para el desarrollo y producción del cultivo se encuentra entre los 1500 a 2500 m.s.n.m., pero puede cultivarse en alturas menores como de 500 m.s.n.m (Vincini et al., 2014).

## **2.6. *Bactericera cockerelli* Šulc.**

### **2.6.1. Distribución**

Se encuentra ampliamente distribuido en regiones productoras de cultivos de Solanáceas y su importancia radica en el daño directo que provoca al succionar la savia de las plantas e inyectar toxinas, además posee amplia capacidad para transmitir enfermedades que se asocian a la punta morada de la papa, permanente del tomate y amarillamiento por psílicos (Chávez et al., 2013).

### **2.6.2. Taxonomía**

La identificación de esta especie se llevó a cabo en 1909, con la ayuda de insectos colectados por el Dr. Cockerell, los cuales Sulk (1909), utilizó para clasificarlos de manera taxonómica para llegar a lo siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Triozidae

Género: *Bactericera*

Especie: *B. cockerelli* Šulc.

Nombres comunes: pulgón saltador, psílido de la papa, psílido del tomate o salerillo (Ramírez et al., 2008).

## **2.7. Ciclo de vida**

Presenta una metamorfosis compleja la cual se divide en tres estadios (Figura 2): huevos con tiempo de desarrollo de 5 a 7 días, ninfa en el cual se desarrolla por 21 días y adulto en el cual los machos sobreviven un promedio de 20 días mientras que las hembras sobreviven hasta 60 días (Cuesta et al., 2021).

### **Figura 2**

*Ciclo de vida de B. cockerelli S.*



Fuente: Cuesta et al. (2021)

### 2.7.1. Huevecillos

Miden aproximadamente 0.3 mm de largo, se depositan uno por uno, sobre el envés y orillas de las hojas quedando suspendidos sobre un pelo de 0.2 mm de largo (Figura 3). Duran de 3 a 7 días con una capacidad de supervivencia del 63%. Una hembra puede poner en promedio 232 huevos durante su vida (Toledo, 2016).

### Figura 3

*Huevecillos de B. cockerelli* S.



Fuente: Nuñez et al. (2013)

### 2.7.2. Instar de la ninfa

Es el estadio intermedio entre huevo y adulto. Dura alrededor de 22 días con una capacidad de supervivencia del 41 %, Estas se encuentran en el envés de las hojas, donde

pueden ser vistas, poseen poca movilidad, presentan una coloración amarilla o verdosa y tienen forma de concha (OIRSA, 2017).

- **Primer instar**

La ninfa tiene un color naranja, se puede notar los segmentos basales gruesos que se van afinando hasta llegar a un segmento con setas sensoriales, no se distinguen la división de las patas ni el segmento que divide el cuerpo (Figura 4) (Ail-Catzim et al., 2018).

**Figura 4**

*Primer instar de B. cockerelli S.*



Fuente: Vega (2010)

- **Segundo instar**

Se distinguen las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen, las cuales ya empiezan a tener distintos colores, de las cuales la cabeza presenta un tono más amarillo con ojos anaranjados, el tórax se vuelve verde amarillento e incrementa su tamaño junto con el abdomen el cual se vuelve amarillo (Ail-Catzim et al., 2018) (Figura 5).

**Figura 5**

*Segundo instar de B. cockerelli S.*



Fuente: Vega (2010)

- **Tercer instar**

Se pronuncia más la división entre cabeza, tórax y abdomen, la cabeza presenta antenas gruesas en su base, los ojos se vuelven rojos y en el tórax se observan de mejor forma los paquetes alares en el mesotórax y metatórax (Figura 6) (OIRSA, 2017).

**Figura 6**

*Tercer instar de B. cockerelli S.*



Fuente: Vega (2010)

- **Cuarto instar**

La segmentación de las patas se define más y se observa en la parte terminal de las tibias posteriores, los segmentos tarsales y un par de uñas; los primeros segmentos del abdomen presentan dos espiráculos y su separación con el tórax se vuelve más notoria (Figura 7) (Ramírez et al., 2008).

**Figura 7**

*Cuarto instar de B. cockerelli S.*



Fuente: Vega (2010)

- **Quinto instar**

La cabeza y el abdomen adquieren una tonalidad verde claro a diferencia del tórax que se vuelve que se vuelve verde oscuro, en el tórax se tiene tres pares de patas bien segmentadas, la diferencia de los paquetes alares se vuelve más notoria y sobresalen del cuerpo (Toledo, 2016). Al final adquiere una tonalidad verde lo cual indica que es el momento para pasar a adulto (Figura 8).

## Figura 8

*Quinto instar de B. cockerelli S.*



### 2.7.3. Adulto

Tienen una longitud de 2.5 mm y poseen una gran movilidad entre las hojas de los cultivos. El tiempo de vida de los machos es de 20 días, a diferencia de las hembras que pueden vivir hasta tres veces más que el macho, en promedio 60 días (Chávez et al., 2018). Los adultos, al igual que las ninfas, se alimentan de la savia de las plantas, penetrando con su estilete el floema (Figura 9).

## Figura 9

*Adulto de B. cockerelli S.*



Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA, 2014)

## 2.8. Daños directos ocasionados por *B. cockerelli S*

Empieza desde la etapa de ninfas ya que estas inyectan de toxinas, que inducen al amarillamiento de las hojas en la papa lo que conlleva luego al manchado del tubérculo. En cultivos de tomate, papa y chile los daños pueden llegar a matar a las plantas si se establecen en sus hojas antes de iniciar la floración (Vega, 2010). Las hojas colonizadas comienzan a presentar anomalías con achaparramiento, las plantas se ven amarillentas, raquíticas, con

entre nudos cortos y gruesos lo cual retrasa el crecimiento, afecta el rendimiento y tamaño de tubérculos, los cuales son de poca calidad comercial (Ramírez et al., 2008; Delgado et al., 2019). A pesar de causar manchado de tubérculo, si este no fue infectado con un patógeno puede servir como semilla para futuras plantaciones (OIRSA2017).

## **2.9. Daños indirectos ocasionados por *B. cockerelli* S**

Se lo ha relacionado como un vector debido a la coincidencia de la presencia de enfermedades y la aparición del insecto, esto mayormente en cultivos de solanáceas, entre las cuales se encuentra en tomate y la papa, las cuales son de gran importancia económica (Garzon, 2002; Rubio et al., 2011). Se estima que esta plaga puede reducir la producción de papa en un 100% si no es controlada de manera urgente (Cuesta et al., 2021). Caicedo et al. (2015) indican que en el Ecuador han sido reportados los fitoplasmas *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* del grupo 16SrII y otro del subgrupo 16SrI-F (Castillo et al., 2019), los cuales son causantes de punta morada, en Nueva Zelanda esta enfermedad llegó a ocasionar pérdidas en la producción de papa de entre 70 y 90% (Liefting et al., 2008).

## **2.10. Plantas hospederas**

Se hospeda principalmente en especies pertenecientes a la familia Solanaceae en especies silvestres y cultivadas, entre las cuales han sido vistas: estramonio (*Datura stramonium* L.), papa dulce o batata (*Ipomoea batatas* L.), amaranto (*Amaranthus* spp.), nicandra (*Nicandra physalodes* L.), tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), trébol (*Trifolium* spp.), *Solanum nigrum* L., papa (*S. tuberosum* L.), tomate de cáscara (*Physalis isocarpa* Brot.), chile (*Capsicum annuum* L.), y malva (*Malva* spp.) (Nicholas, 2008; Gutiérrez, 2017).

## **2.11. Manejo integrado de *B. cockerelli***

### **2.11.1 Sistemas de monitoreo para *B. cockerelli***

El monitoreo es una valiosa herramienta para determinar el inicio del proceso de inmigración al cultivo, además de verificar la eficacia de las técnicas de manejo que se estén utilizando. En general para el caso de los insectos vectores de enfermedades de los cultivos de solanáceas es importante prevenir la transmisión mediante este enfoque preventivo (OIRSA, 2017).

#### **2.11.1.1. Directo**

Consiste en observaciones minuciosas con la ayuda de lupas durante en un determinado periodo de tiempo, en el cual se enfoca en los tercios de las plantas que más se ven afectados, se contabiliza la cantidad incidencia de *B. cockerelli* S. en sus distintos estadios, huevos, ninfas e incluso adultos. Se toma una muestra de la población de la plantación, la cual es el 10% de la superficie cultivada. Los datos obtenidos de pasan a registros para tomar las medidas correctivas correspondientes. Los métodos para selección de las plantas para muestra son: al azar y en forma de “S” (Dominguez, 2006). Además, Gastélum et al. (2014) indican que se deben realizar monitoreos en el tercio medio de la plantas solanaceas cercanas al cultivo antes de la siembra. Es recomendable realizar este tipo de monitoreo antes y despues de haber realizado controles quimicos (Rivadeneria et al, 2019)

#### **2.11.1.2. Indirecto**

Se utilizan trampas adhesivas acorde a al insecto a atrapar, estas son colocadas en los extremos del cultivo, la altura dependerá del estado fenológico del mismo. En campo abierto se utiliza una trampa por cada 500 m<sup>2</sup> las cuales deben ser colocadas de manera apropiada en la plantación. En lugares con alta incidencia se opta por poner el doble de trampas. Comúnmente las trampas se evalúan semanalmente en la que se determinan los niveles críticos de presencia, además sirve para identificar posibles plagas a futuro (Carrizo y Klasman, 2002).

#### **2.11.2 Control biológico**

Morales et al. (2013) realizaron una investigación en la cual se utiliza *Tamarixia triozae* Burks. para parasitar a *B. cockerelli* S en cada uno de sus estados ninfales en el cultivo de tomate riñón. Según Ramírez et al. (2008) con el uso de los hongos entomopatógenos *Bauveria bassiana* (Bals), *Metharizym anisopliae* (Metschn) y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) se pueden reducir las poblaciones de ninfas y adultos de *B. cockerelli* S, además, dan a conocer los principales depredares que se han utilizado como los son: león de los áfidos (*Chrysoperla* spp.) la chinche ojona (*Geocoris* spp.) y la catarinita roja (*Hippodamia convergens* G.). Además de estos Butler y Trumble (2012) recalcan el posible uso de los Hemipteros: *Geocoris decoratus* (Uhler), *Orius tristicolor* (White), *Anthocoris tomentosus* (Pericart), *Deraeocoris brevis* (Uhler) y *Nabis ferus* (L), indicando así que existe diversidad de enemigos naturales.

### 2.11.3 Control químico

Toledo (2016) propone los insecticidas detallados en la tabla 1, para el control de *B. cockerelli* S en cultivos de papa mediante el uso de una bomba de mochila:

**Tabla 1**

*Productos químicos para control de B. cockerelli S.*

Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción
Thiametoxan	Actara, Engeo	Agonista del receptor nicótico de la acetilcolina
Abamectina	Vertimec, New Mectin, Verlaq	Activador de canal de cloro, afecta al sistema nervioso
Bifentrin	Talstar	Modulador del canal de sodio
Spinosad	Spintor	Moduladores alostéricos del receptor nicótico de la acetilcolina
Spirotetramat	Movento	Inhibidor del acetil CoA carboxilasa

### 2.11.4 Uso de extractos

Barrios et al. (2016) realizaron dos tipos de extractos orgánicos para el control de *B. cockerelli* S:

- Extracto de ajo, para el cual se utilizaron 500 g de dientes de ajo pelados los cuales se maceraron y se colocaron en un recipiente con 10 L de agua y 200 g de jabón comercial, se mezcló hasta obtener una pasta la cual se dejó reposar 12 h. La dosis utilizada fue de 5 l del extracto de ajo más 20 l de agua, se realizaron aplicaciones semanales durante dos meses.
- Caldo de ceniza, para el cual se usaron cinco kg de ceniza de leña previamente cernida y 0.5 kg de jabón comercial, estos ingredientes se colocaron en un recipiente metálico con 20 l de agua y se calentaron durante 20 minutos hasta que se disuelva el jabón. Una vez hervido se coló la mezcla se dejó enfriar a temperatura ambiente y su aplicación fue semanalmente con una dosis de 2 L en 20 L de agua.

## 2.12. Marco Legal

La Carta Magna de la república del Ecuador en el Capítulo II, de la Sección Segunda: Ambiente Sano Art. 14.- Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y

ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Declarando de interés público la preservación del ambiente, conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008).

El Capítulo VII: Derechos de la naturaleza Art. 71.- La Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Además, la investigación forma parte del proyecto “Agricultura Sostenible Adaptada al Clima: Generando sinergias entre los saberes locales y científicos para lograr resiliencia y capacidad adaptativa en los altos Andes en el cultivo de la papa” para la alcanzar el Objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 en el cual se busca garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones (Plan Nacional de Desarrollo, 2017).

# CAPITULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Características del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi en las localidades de Chilcapamba, San Nicolás, Tunibamba y Ugshapungo (Figura 10). En ellas se seleccionaron 10 lotes de producción de papa.

**Figura 10**

*Mapa de ubicación de las localidades*



El cantón Cotacachi se encuentra en la Provincia de Imbabura, está limitado al norte con el cantón Urcuquí; al sur con el cantón Otavalo y la provincia de Pichincha; al este con el cantón Antonio Ante y al oeste con la provincia de Esmeraldas. Presenta altitudes que van de los 1 600 a 4 939 m.s.n.m, además, su temperatura oscila entre 15 y 20 °C y tienen un clima templado semi-seco.

### 3.2. Materiales y equipos

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizaron los materiales, equipos y software descritos en la (Tabla 2), de los cuales su uso será explicado en el manejo del experimento.

**Tabla 2**

*Materiales equipos y paquetes de software*

Materiales	Equipos	Paquetes Software
Libreta de campo	Computadora	Excel 2016
Registro de monitoreo	Celular-cámara	Infostat 2018
Plástico film adherente	Esteroscopio	Epicollect5
Trampas amarillas	Medidor de temperatura	
Horiver marca Koppert	modelo Data Logger	Word 2016
	HOBO Pro v2	
Lupa 5X de aumento		
Red entomológica		
Pinzas entomológicas		
Viales plásticos de 5ml		
Alcohol 70%		

### 3.3. Métodos

La presente investigación es un estudio de tipo descriptivo en el cual se evaluó la presencia de *B. cockerelli* S. en 10 lotes de producción de papa en las comunidades de Chilcapamba, San Nicolás, Tunibamba y Ugshapungo, con ayuda del INIAP y el CIP, mediante un monitoreo directo e indirecto en el cultivo de papa acorde a la metodología que se dará conocer.

### 3.3.1 Unidad de observación

Consiste en un lote establecido por pequeños productores en donde no se utilice una alta aplicación de productos químicos. Estos tienen áreas que van de los 532 a 4 740 m<sup>2</sup>, en la tabla 3 se dan a conocer las características generales de cada lote.

**Tabla 3**

*Características de los lotes de producción de papa del Cantón Cotacachi*

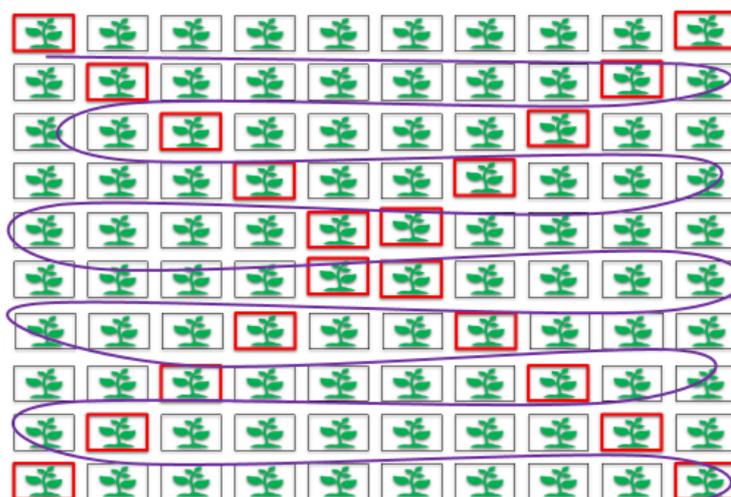
Lote	Localidad	Altitud (m.s.n.m)	Área (m <sup>2</sup> )	Variedad sembrada	Fecha de siembra
1	Tunibamba	2409	532	Chola	27/7/2019
2	Chilcapamba	2500	4380	Chola, y Única	24/6/2019
3	Ugshapungo	3250	4740	Chola, Única y Violeta	18/7/2019
4	Ugshapungo	3166	3150	Chola	20/8/2019
5	Ugshapungo	3200	1220	Chola	1/9/2019
6	Ugshapungo	3166	4400	Chola	30/9/2019
7	San Nicolás	3016	1316	Súper chola, Capiro y Violeta	18/11/2019
8	Ugshapungo	3200	3800	Chola, y Única	22/11/2019
9	Ugshapungo	3206	1800	Chola, y Única	3/12/2019
10	Ugshapungo	3206	1250	Chola	22/11/2019

### 3.3.2 Sistemas de muestreo

En los lotes se seleccionaron 20 plantas al azar, en una selección en forma de X, realizando un recorrido en forma de “S” por los surcos de los lotes (Figura 11).

**Figura 11**

*Monitoreo en forma de X*



### 3.3.3 Variables a evaluar

En esta sección se indican las variables a evaluar según las etapas fenológicas del cultivo de papa y el estadio del insecto. En el cultivo se tomaron en cuenta las etapas de Emergencia, Desarrollo vegetativo 1 y 2, Prefloración, Floración y Tuberización.

- **Número de oviposturas**

Las oviposturas se evaluaron 30 días luego de la siembra hasta finalizar la etapa de floración, cada 15 días (Figura 12). Para ello se seleccionaron 20 plantas/lote, realizando un recorrido en forma “S”. En cada planta fue monitoreada durante cinco minutos comenzando desde la parte apical hacia la basal, en el haz y envés de las hojas, para visualizarlas se contó con ayuda de una lupa. El horario estimado para realizarlo fue de nueve de la mañana a tres de la tarde. Luego se registraron los conteos en los formatos establecidos por INIAP (Anexo 1) y en el programa Excel.

**Figura 12**

*Huevo de B. cockerelli S.*



- **Número de ninfas**

Se evaluaron en las 20 plantas /lote seleccionadas según la metodología de oviposturas, de igual manera cada 15 días. Se contabilizó en tres hojas compuestas de la parte baja y tres hojas de la parte media de la planta. En ellas se contabilizaron las ninfas del cuarto y quinto instar (Figura 13) de crecimiento con ayuda de la lupa. Luego fueron registrados en los formatos establecidos (Anexo 1) y en el programa Excel. En el horario de nueve de la mañana a tres de la tarde.

**Figura 13**

*Ninfa del cuarto instar de B. cockerelli S. en cultivo de papa*



- **Número de adultos**

El conteo de número de adultos se realizó en trampas adhesivas amarillas, las cuales son colocadas en el borde y centro del lote (Figura 14). El número de trampas dependerá del tamaño del lote se utilizará una referencia de ocho trampas por hectárea y mínimo dos, los datos fueron registrados en los formatos establecidos por el INIAP (Anexo 1) y en el programa Excel. Estas trampas fueron cambiadas cada 15 días y evaluadas en el laboratorio de entomología con ayuda del estereoscopio.

**Figura 14**

*Adulto de B. cockerelli S. en la trampa amarilla*



- **Síntomas de punta morada**

Para identificar los síntomas de punta morada se visualiza la planta al mismo tiempo en que se realice el monitoreo de huevos y ninfas. Los síntomas para identificar son el achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, hojas moradas (Figura 15 A), formación de tubérculos aéreos (Figura 15 B) y una decoloración en las hojas (amarillamiento) (Rubio et al., 2006; Cuesta et al., 2021), estos son registrados en las planillas de monitoreo, indicando si hay presencia o ausencia.

## Figura 15

*Síntomas de punta morada A) Hojas moradas, B) Tubérculo aéreo*



- **Entomofauna presente en el cultivo de papa recolectada en trampas amarillas**

Las trampas son efectivas para detectar poblaciones inmigrantes de insectos al cultivo, siendo las de color amarillo y forma rectangular las más efectivas para su captura, estas deben colocarse desde la emergencia de las plantas (Figura 16) (Garzon et al., 2005).

## Figura 16

*Entomofauna atrapada en trampas amarillas*



- **Entomofauna presente durante la floración**

El muestreo con red entomológica, es la mejor herramienta para determinar la incidencia de insectos adultos dentro del cultivo. Debe de realizarse desde que aparece el follaje del cultivo. El muestreo debe de realizarse en las orillas y en el centro de la tabla para determinar la invasión de la plaga. Esto se lo realizo durante la etapa de floración del cultivo de papa. Las muestras colectadas se colocaron en frascos de vidrio para ser transportados al laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte para su caracterización según el orden al cual pertenecen (Figura 17).

**Figura 17**

*Adultos de B. cockerelli S. recolectados con red entomológica*



- **Descripción agronómica del cultivo**

A través de encuestas se determinó el manejo agronómico del cultivo durante los monitoreos: Características generales del lote (pendiente, tipo de suelo), cultivos aledaños al lote de muestreo, frecuencia de riego, fertilización, aplicación de productos químicos, etapa fenológica y cultivos seleccionados anteriormente (Figura 18).

**Figura 18**

*Formato de INIAP para recolección de información primaria*

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

Controles fitosanitarios			
Fecha de aplicación	Ingredientes activos	Dosis	Cantidad utilizadas

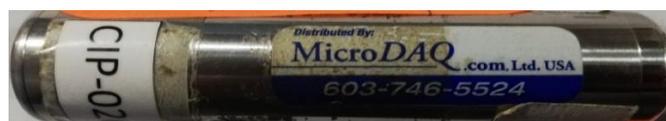
- **Temperatura y Precipitación**

Los datos de temperatura fueron registrados con la ayuda del data logger modelo HOBO Pro v2 (Figura 19). Este equipo fue colocado en una vivienda de la localidad de Ugshapungo, es programado para tomar datos cada hora además de registrar la temperatura máxima y mínima, Adicionalmente se utilizó el programa NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (NASA POWER Project), esta información se descargó al final de la investigación y se la representara según los días después de la siembra (DDS) con la unidad de grados centígrados (°C).

Para la Precipitación se utilizó la información brindada por el programa NASA POWER Project la cual es descargada al final de la investigación y se la representara según los días después de la siembra (DDS) con la unidad de milímetros de columna de agua (mm).

**Figura 19**

*Medidor de temperatura*



### 3.4. Manejo del experimento

El monitoreo de *B. cockerelli* S, fue realizado en 10 lotes de la parroquia Cotacachi: para ello se realizaron las actividades que se describen a continuación.

#### 3.4.1. Selección de lotes

Se realizó un acercamiento a varios productores de papa del cantón para determinar las cinco zonas a evaluar en base a los siguientes criterios:

- El lote pertenezca a un pequeño productor (Figura 20).

- Reducida aplicación de plaguicidas y agroquímicos.
- Compromiso del agricultor a mantener el lote durante la etapa de evaluación.

### **Figura 20**

*Lote de producción de papa*



#### **3.4.2. Identificación de lotes**

Para la identificación de los lotes se Georreferenciará cada uno de los lotes de producción, se registró la información de Parroquia, localidad, altitud y nombre del agricultor (Anexo 1). Los lotes son identificados previo al inicio del monitoreo con las siglas L1, L2, L3, L4 y L5, para el primer ciclo y L6, L7, L8, L9 y L10 para los lotes del segundo ciclo de producción.

#### **3.4.3. Ubicación de los dataloger**

El sensor se ubicó en la vivienda más cercana al lote, para evitar posibles pérdidas o daños. Es colocado en la parte externa de la vivienda junto al techo a una altura de 1,5 metros. Los datos de temperatura y humedad se descargaron al finalizar la investigación (Figura 21).

### **Figura 21**

*Ubicación de data logger*



#### **3.4.4. Monitoreo**

El monitoreo en campo de oviposturas y ninfas (Figura 22) se realizó de acuerdo con el protocolo descrito en variables en estudio. Los datos obtenidos son registrados en las plantillas de monitoreo, en el programa Excel y además se manejó la aplicación móvil Epicollect 5 para tener un respaldo en internet, esto se lo realizo cada 15 días.

#### **Figura 22**

*Monitoreo en campo*



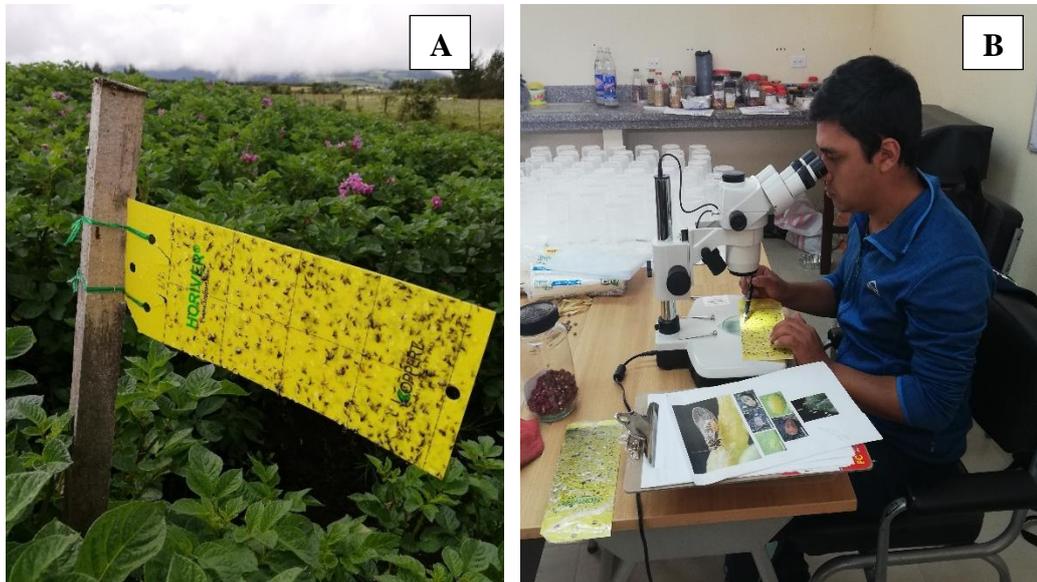
#### **3.4.5. Manejo de trampas amarillas**

Las trampas se colocaron en el borde y centro del lote, cada trampa tiene un tamaño de 15 x 10 cm, estas fueron colocadas a 5 cm sobre el brote apical de la planta sujetándola con los alambres que vienen incluidos en las trampas, a medida que la planta se desarrolla, la trampa será reubicada más arriba (Figura 23 A). Las trampas se recolectaron cada 15 días envolviéndolas en plástico film adherente y se guardaron en un recipiente plástico de su mismo tamaño para que no tengan daños en el transporte hacia el laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte.

En el laboratorio se realizó el conteo de los insectos y su clasificación, con ayuda del estereoscopio, según el orden al cual pertenezcan (Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera, Thysanoptera, Phasmatodea y Orthoptera) y los adultos de *B. cockerelli* S, cada trampa se identificó con una etiqueta adhesiva con los datos: fecha, colector, número de lote, numero de trampa, productor, zona y cultivo (Figura 23 B).

### Figura 23

*Trampas amarillas en campo A) Trampa colocada en el lote, B) conteo de insectos en laboratorio*



#### 3.4.6. Manejo de la red entomológica

Durante la etapa de floración se colecto la entomofauna presente en el cultivo. La red entomológica consta de un aro hecho de alambre de acero de 30 cm de diámetro unida a un palo de madera de 70 cm, el aro está cubierto con una tela en forma de cono de 47 cm en la cual son capturados los insectos. Los pases de la red dentro de lote se realizan en forma de “S” cada dos o 5 surcos, dependiendo del tamaño del lote, y en los bordes; pasando por la parte central y apical de las plantas (Figura 24). Una vez que se llena la red, se toma la tela con los insectos y se colocaran en los frascos de vidrio y se asegura con la tapa plástica, una vez terminada la recolección son transportados hacia el laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte, en el cual permanecen en refrigeración.

### Figura 24

*Pase de red entomológica*



### **3.4.7. Clasificación de insectos**

En el momento en que los insectos se encuentran en dormancia por la refrigeración, se procedió a clasificarlos según el Orden al que estos pertenezcan (Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera, Thysanoptera, Phasmatodea y Orthoptera) mediante claves taxonómicas, para ello fueron tomados con las pinzas entomológicas y se colocaron en viales plásticos con alcohol al 70 % (Figura 25). Cada vial se identificó con una etiqueta adhesiva con los datos: fecha, colector, número de lote, orden, cantidad de insectos, porcentaje de floración, zona y cultivo, para su envío al INIAP.

#### **Figura 25**

*Conteo de insectos recolectados con red entomológica*



### **3.5. Análisis estadístico**

Se utilizó un análisis de datos no paramétricos a través de la prueba de Kruskal Wallis, para las variables número de huevos, número de ninfas, número de adultos y entomofauna, ya que los datos obtenidos no se ajustan a los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se llegaron a obtener coeficientes de variación que van de los 43.38 hasta 309.98. Además, para el análisis de datos cualitativos para la descripción del control químico, se utilizaron tablas de contingencia con el análisis estadístico de chi cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson. Los datos se analizaron en el programa informático Infostat versión 2018.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Número de huevos

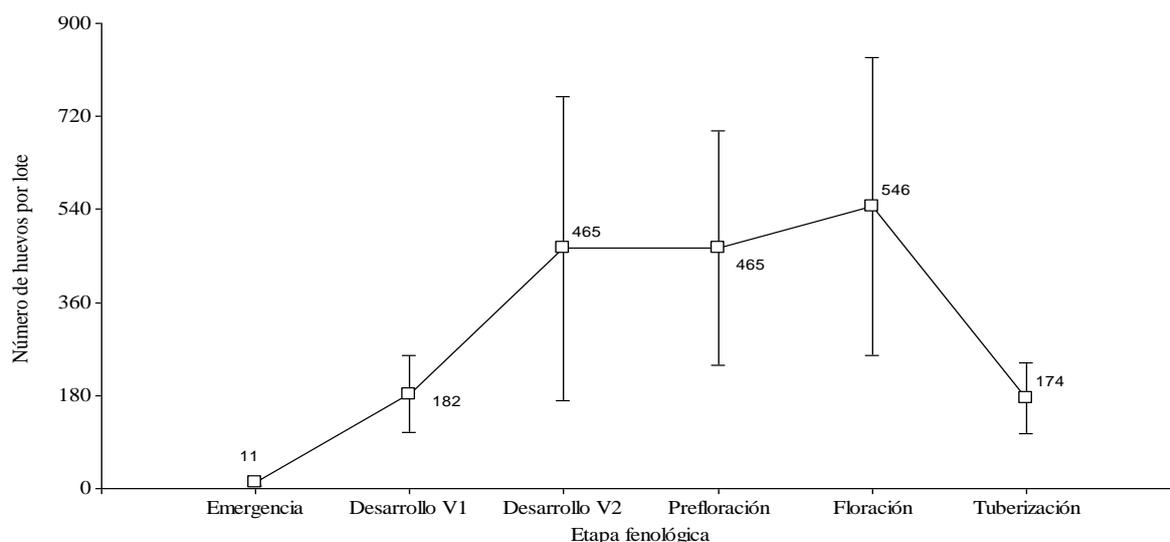
##### 4.1.1. *Por etapa fenológica*

Los análisis de varianza de datos no paramétricos con la prueba de Kruskal Wallis para la variable número de huevos, indican que existe diferencia significativa entre las etapas fenológicas ( $p=0.0036$ ).

En la figura 26 se indican las medias obtenidas en los lotes, de la Emergencia al Desarrollo Vegetativo 1 presenta una diferencia de 171 huevos, luego del Desarrollo Vegetativo 1 al Desarrollo Vegetativo 2 incrementa en 283 huevos, entre las etapas de Desarrollo Vegetativo 2, Prefloración y Floración mantienen datos similares en el rango de 465 a los 546, de esto decrece un 68.13% en la tuberización.

**Figura 26**

*Número de huevos de B. cockerelli S. según la etapa fenológica*

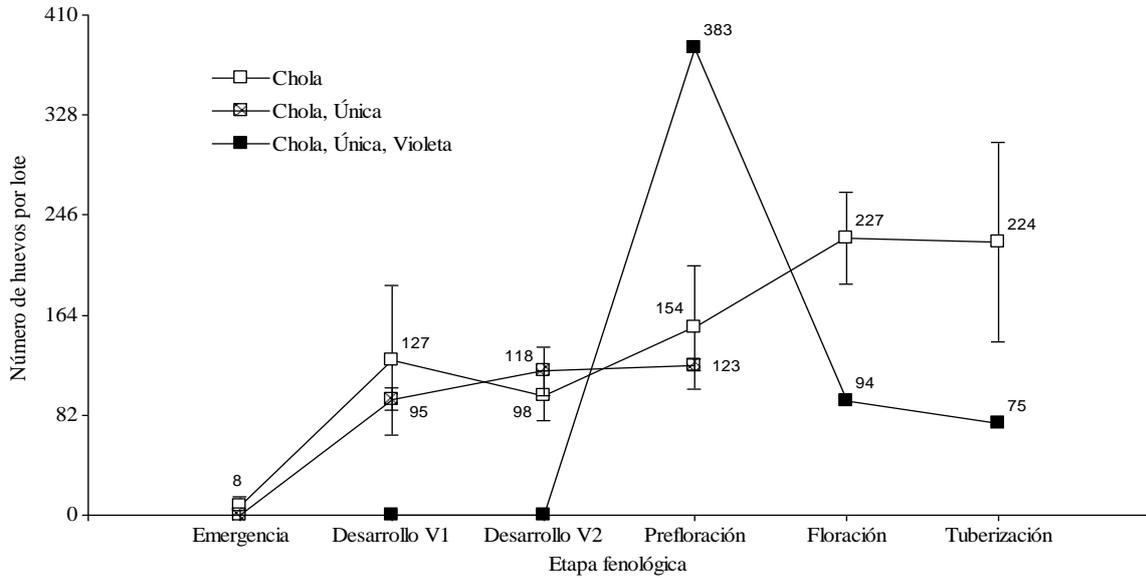


##### 4.1.2. *Número de huevos según la etapa fenológica por localidad*

La mayor presencia se manifestó en la localidad de Tunibamba, llegando a tener su valor de media más elevado durante la etapa del desarrollo vegetativo 2, con una diferencia de 1 676 huevos a su anterior etapa de Desarrollo vegetativo 1; luego de ello fue disminuyendo en un 10% en la Prefloración y de esta última a la Floración aumenta en 2 %. De la Emergencia al Desarrollo vegetativo 1 se dio un incremento de 771 huevos ya que no hubo presencia de huevos durante la emergencia (Figura 27).

**Figura 27**

*Número de huevos de B. cockerelli S. por etapa fenológica en localidades de Cotacachi*



En Chilcapamba de igual manera se presentó la mayor cantidad de huevos en el Desarrollo vegetativo 2, en donde incrementó de 717 huevos desde Desarrollo vegetativo 1. Del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración aumentó de huevos y luego de ello decrece en un 22 % al pasar a la Floración.

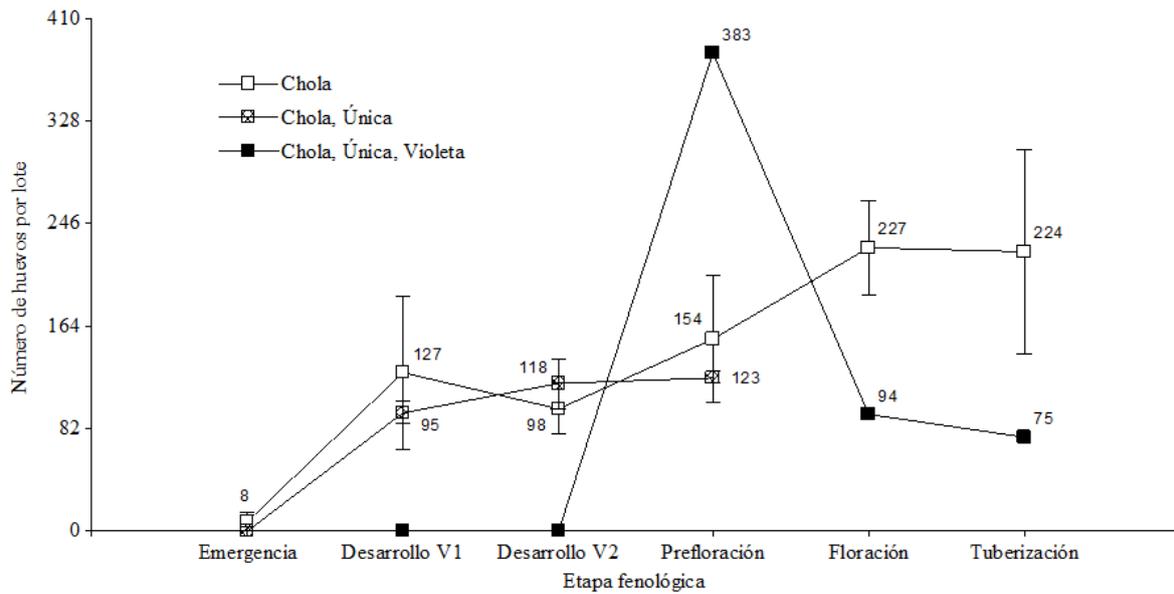
En el caso de San Nicolás solo se evaluó hasta el Desarrollo vegetativo 1 debido a que el productor dio por perdido el lote, en él se registró un incremento de 286 huevos desde la Emergencia al Desarrollo vegetativo 1. En cambio, Ugshapungo desde la Emergencia al Desarrollo vegetativo 1 se tuvo un incremento de 94 huevos aproximadamente, luego de esto disminuye en 12 % en el Desarrollo vegetativo 2. Se presentó un incremento de 90 huevos desde el Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración, de la cual al pasar a la Floración aumenta en 12% siendo esta etapa la de mayor presencia de huevos, finalmente al llegar a la Tuberización disminuye en 13%.

#### **4.1.3. Número de huevos por etapa fenológica en Ugshapungo según la variedad**

Dentro de la localidad de Ugshapungo, se monitorearon 7 lotes en los cuales se presentaron las variedades descritas en la tabla 3 (Figura 28).

**Figura 28**

*Número de huevos de B. cockerelli S. en Ugshapungo por etapa fenológica según la variedad de papa*



En la figura 28 se puede apreciar que la mayor presencia de huevos se dio en las variedades Chola, Única y Violeta durante la etapa de Prefloración alcanzando una media de 383 huevos, luego decreció en 289 huevos al llegar a la Floración y de esta última etapa mencionada a la Tuberización disminuyó en 20%. No se observó presencia de huevos durante las etapas de Desarrollo vegetativo 1 y 2.

En las variedades Chola y Única se tuvo un incremento en las tres etapas en las que se tuvo presencia de huevos, entre el Desarrollo vegetativo 1 al 2 se tuvo una diferencia de 23 huevos, luego el Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración se tuvo un incremento de 5 huevos siendo esta la etapa con mayor presencia de huevos; no se observó presencia de huevos durante la Emergencia.

En la Variedad Chola la presencia de huevos se dio en cada una de sus etapas, en las cuales se dieron fluctuaciones, de la Emergencia al Desarrollo vegetativo 1 se dio un incremento de 119 huevos, luego al llegar al Desarrollo vegetativo 2 disminuye en 29 huevos, luego de ello se da un incremento de 57 % desde el Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración y de esta última a la Floración aumentan 73 huevos, siendo esta la etapa con mayor presencia de huevos, la cual se mantiene similar en la tuberización en la cual se presenta una diferencia de 3 huevos.

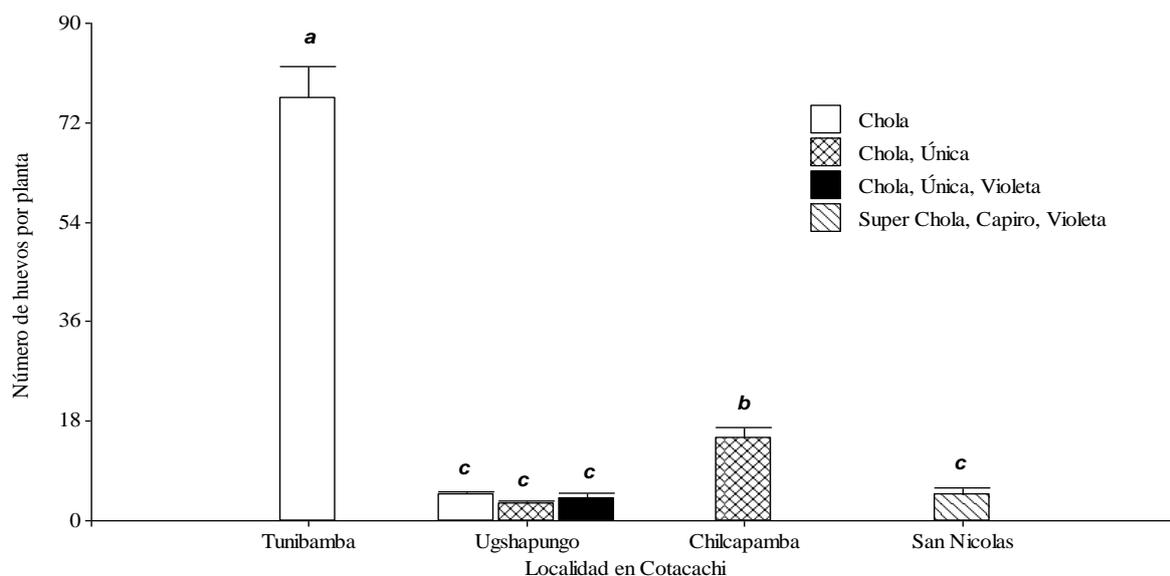
#### 4.1.4. Número de huevos por planta por localidad

Los análisis de varianza de datos no paramétricos con la prueba de Kruskal Wallis para el número de huevos por planta indican que existe diferencia significativa entre las localidades y variedad ( $p=0.0001$ ).

Se puede apreciar que en Tunibamba donde se tiene la variedad Chola fue donde se obtuvo el valor de media más alto en las plantas el cual fue de aproximadamente 76 huevos, en comparación a Chilcapamba con las variedades Chola y Única, y San Nicolás con variedades Súper Chola, Capiro y Violeta en las cuales se tiene aproximadamente 15 y 5 huevos respectivamente. En Ugshapungo la media de huevos por planta va de los 2 a 5 huevos aproximadamente, siendo la de mayor presencia en la variedad Chola (Figura 29).

**Figura 29**

*Número de huevos de B. cockerelli S. por planta por localidad según la variedad*



La cantidad máxima de huevos por planta fue de 220 en Tunibamba, 88 en Chilcapamba y 41 en San Nicolás, en Ugshapungo la cantidad máxima de huevos que se obtuvo fue de 95 para la variedad Chola, 43 en las variedades Chola y Única, y de 86 para el lote con las variedades Chola, Única y violeta.

Ramírez et al. (2013) en su investigación realizada en cultivos de papa en el municipio de Zinacantepec, Estado de México, determinaron que por planta se pueden encontrar de 11 a 20 huevos de *B. cockerelli S* aproximadamente, dato similar a lo encontrado en la localidad de

Chilcapamba en la cual se logró obtener una media de 15 huevos por planta, los investigadores mencionan que el insecto no presenta una infestación uniforme en el cultivo.

Por otro lado, Wenninger et al. (2017) determinan que, en cultivos de papa del estado de Idaho en EE. UU se pueden encontrar una media de 30 huevos por planta en el final del ciclo lo cual ocurre durante la tuberización, sin embargo, en la presente investigación la localidad de Ugshapungo el lote con las variedades Chola, Única y Violeta durante la etapa de Tuberización presentó una media de 75 huevos. Capinera (2001) indica que la temperatura óptima para el desarrollo de que *B. cockerelli* S va de 21 a 27°C, lo cual es diferente a lo encontrado en la presente investigación ya que como se indica en el apartado de temperatura, las cuatro localidades monitoreadas presentaron temperaturas de hasta 20 °C por lo que se estima que el insecto no conto con condiciones de temperatura adecuadas para su desarrollo.

En la investigación Goolsby et al. (2007) indican que *B. cockerelli* S. no presenta una preferencia al momento de la ovoposición, sin embargo, se aprecia que existe una mayor tendencia con respecto a la etapa fenológica, ya que la mayor cantidad de huevos se encuentra en las etapas de Desarrollo Vegetativo 2, Prefloración, Floración y Tuberización ya que en estas etapas se tiene mayor área foliar lo cual atrae la intención de la plaga (Espinoza, 2020).

Knowlton y Janes (1931) demostraron que las hembras tienen preferencia poner los huevos sobre las yemas apicales mas tiernas, sin embargo Cranshaw (1989) indica que se colocan en forma de hileras en los bordes de hoja o disperso alrededor de la superficie, lo cual en cultivos a campo abierto ocasiona la deshidratación de los huevos disminuyendo su viabilidad (Cerna-Chavez et al., 2018). En base a estos aportes se puede determinar que una de las causas de la baja presencia de oviposturas en las localidades de San Nicolas y Ugshapungo se puede deber a una mortalidad natural por parte del psilido.

#### **4.2. Número de ninfas**

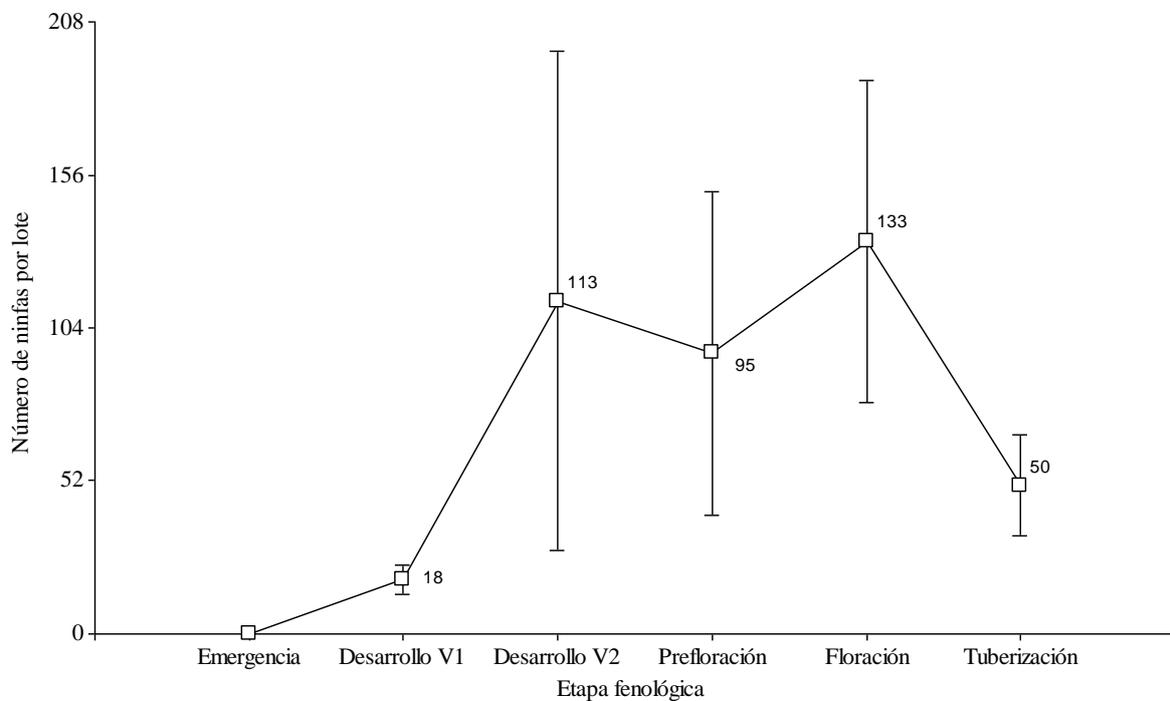
En este apartado se dará a conocer los resultados con respecto a la variable del número de número de ninfas al igual que en la anterior se indicarán los valores de las medias obtenidos en los monitores, indicándolos según la etapa fenológica, localidad y variedad.

#### 4.2.1. Por etapa fenológica

Los análisis de varianza de datos no paramétricos para la variable número de ninfas, indican que existe diferencia significativa entre las etapas fenológicas ( $p=0.0003$ ). En la figura 30 se indican las medias obtenidas en general en los lotes, en ella se muestra que la presencia de ninfas vario en cada etapa, del Desarrollo Vegetativo 1 al Desarrollo Vegetativo 2 se dio un incremento de 95 ninfas, la mayor cantidad de ninfas se presenta en las etapas de Desarrollo Vegetativo 2, Prefloración y Floración que comprende de 95 a 133 y al llegar a la Tuberización decrece en un 47%.

#### Figura 30

Número de ninfas de *B. cockerelli* S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi



#### 4.2.2. Número de ninfas según la etapa fenológica por localidad

Mediante la prueba de Kruskal Wallis se determinó que existe una interacción entre las etapas fenológicas y las localidades ( $p= 0.0056$ .)

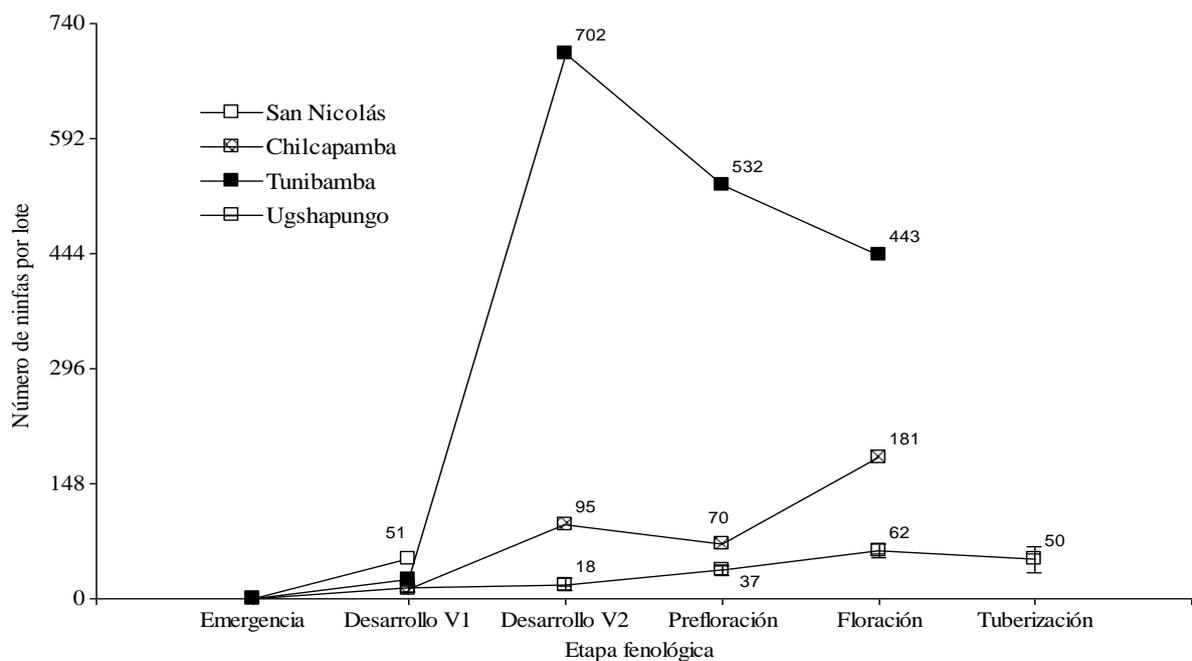
La localidad de Tunibamba fue en la que se observó la mayor presencia ninfas, del Desarrollo vegetativo 1 al Desarrollo vegetativo 2 se tuvo una diferencia de 677 ninfas, luego al llegar a la prefloración decreció en 24% y de esta a la Floración disminuye en 89 ninfas (Figura 31). No hubo presencia de ninfas durante la etapa de emergencia.

En Chilcapamba la cantidad media de ninfas del Desarrollo vegetativo 1 se incrementó en 83 al llegar al Desarrollo vegetativo 2, luego de esta etapa a la Prefloración disminuyó en 25 ninfas y al final para la Floración incremento en 111 ninfas siendo esta la etapa con mayor presencia de ninfas. En San Nicolás se obtuvo una media de 51 ninfas en el Desarrollo vegetativo 1 sin embargo no se tuvo presencia alguna durante la Emergencia.

En Ugshapungo del Desarrollo vegetativo 1 al Desarrollo vegetativo 2 se tiene un aumento de 5 ninfas, luego de ello incrementa de 19 ninfas al llegar a la Prefloración, de la Prefloración a la Floración incrementa en 25 ninfas y la finalizar en la Tuberización esta disminuye en un 20%.

**Figura 31**

*Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi*



#### 4.2.3. Número de ninfas según la etapa fenológica en Ugshapungo por lote

En la figura 32 se indican los lotes 4, 5, 6 y 10 en los cuales se encontró sembrada la variedad chola, en esta se puede apreciar que la mayor presencia de ninfas para todos los lotes mencionados se da durante la etapa de Floración, y cabe mencionar que no hubo presencia alguna de ninfas durante la Emergencia.

En el Lote 4 se muestra una media de 3 ninfas al llegar al Desarrollo vegetativo 1, luego de ello disminuye a cero al pasar al Desarrollo vegetativo 2, luego de ello se da un incremento de 21 ninfas al llegar la Prefloración, y de esta a la Floración se tiene un aumento de 53 ninfas, luego de la Floración disminuye en 51 ninfas al pasar a Tuberización.

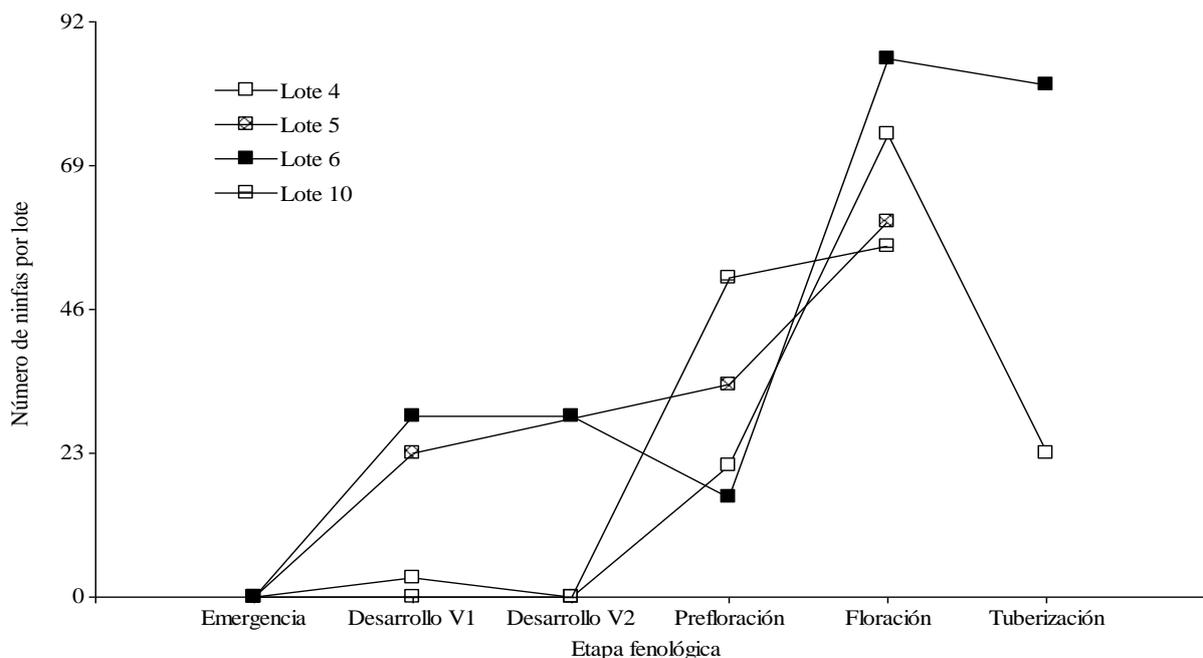
El Lote 5 tiene presencia de ninfas a partir del Desarrollo Vegetativo 1 en el cual se tuvo una media de 23 ninfas, luego de ello pasa a Prefloración aumentando en 11 ninfas y finalmente al llegar a Floración se incrementa en 26 ninfas.

En el Lote 6 la presencia de ninfas se mantiene de manera similar en las etapas de Desarrollo vegetativo 1 y 2 en las cuales representó una media de 29 ninfas, del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración se disminuyen 13 ninfas, al finalizar se da un incremento de 70 ninfas ente la Prefloración y Floración.

El Lote 10 no tuvo presencia de ninfas en las etapas de Emergencia, Desarrollo vegetativo 1 y 2, al llegar la Prefloración se tiene una media de 51 ninfas, luego se ello se incrementan 5 ninfas al pasar a la Floración.

**Figura 32**

*Número de ninfas por etapa fenológica por lotes en Ugshapungo variedad Chola*

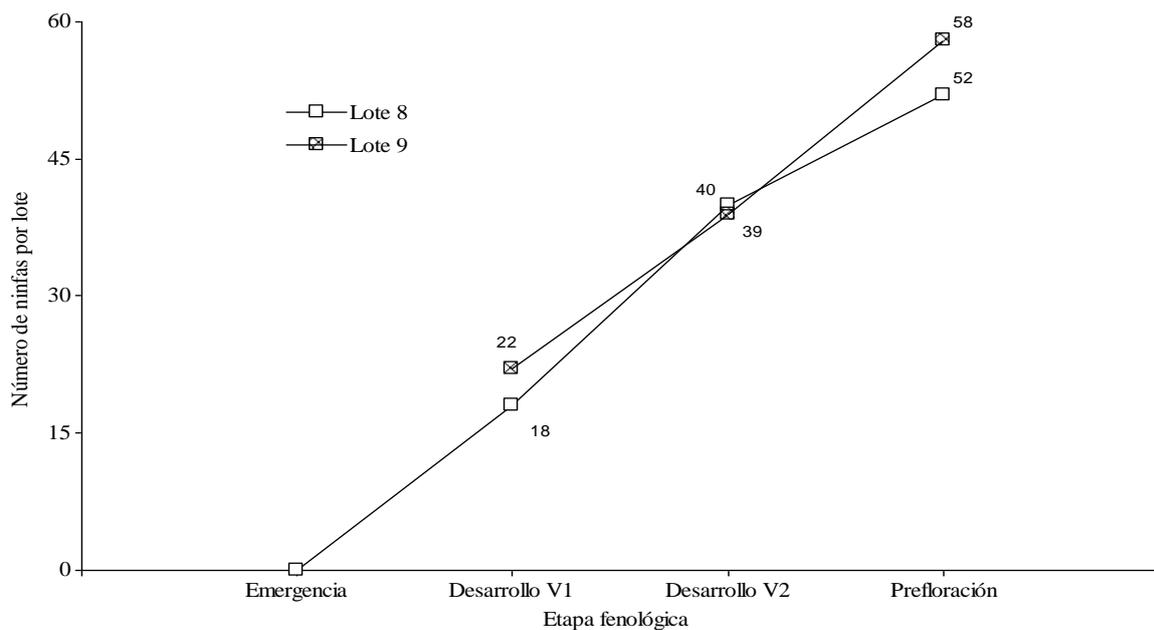


En cambio, en la figura 33 se pueden observar los lotes 8 y 9 pertenecientes a las variedades chola y única, presentan similitud en la forma de la gráfica ya que en ella se tienen solo incrementos en la cantidad de ninfas desde el Desarrollo vegetativo 1 a la Prefloración, siendo esta última la que mayor presencia de ninfas tuvo.

En el Lote 8, no se registró la presencia de ninfas durante la emergencia, en el desarrollo vegetativo 1 se aprecia una media de 18 ninfas la cual al pasar al Desarrollo vegetativo 2 incrementa en 22 ninfas y del Desarrollo vegetativo 2 a la prefloración aumenta en un 30%. A su vez el Lote 9 presenta ninfas desde el Desarrollo vegetativo 1 con una media de 22 ninfas, luego se produce un incremento de 17 ninfas al pasar al Desarrollo vegetativo 2 y del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración se da un nuevo incremento el cual es de 19 ninfas.

### Figura 33

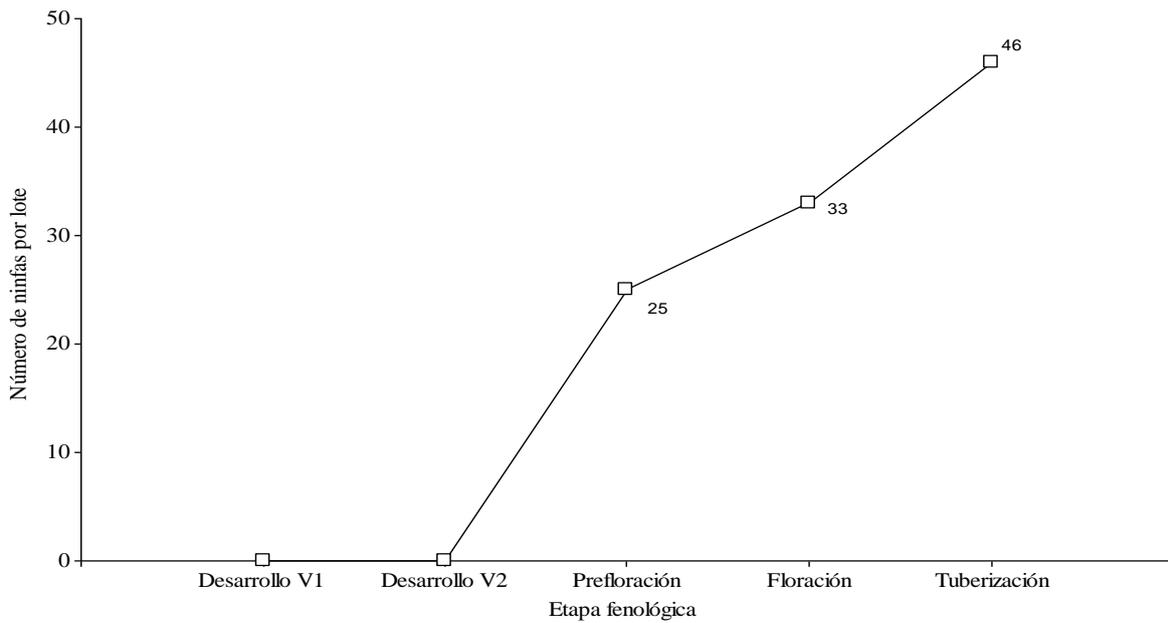
*Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica por lotes en Ugshapungo variedades Chola y Única*



A diferencia de lo anterior, el Lote 3 en el cual se tuvieron sembradas las variedades Chola, Única y violeta, al observar la figura 34 se aprecia que no hubo presencia de ninfas durante las etapas de Desarrollo vegetativo 1 y 2, al llegar la etapa de Prefloración se tiene una media de 25 ninfas, luego al pasar a la Floración se da un incremento del 32% y finalmente se da un aumento de 13 ninfas entre la Floración y la Tuberización.

### Figura 34

*Número de ninfas de B. cockerelli S. por etapa fenológica por lotes en Ugshapungo variedades Chola, Única y violeta*

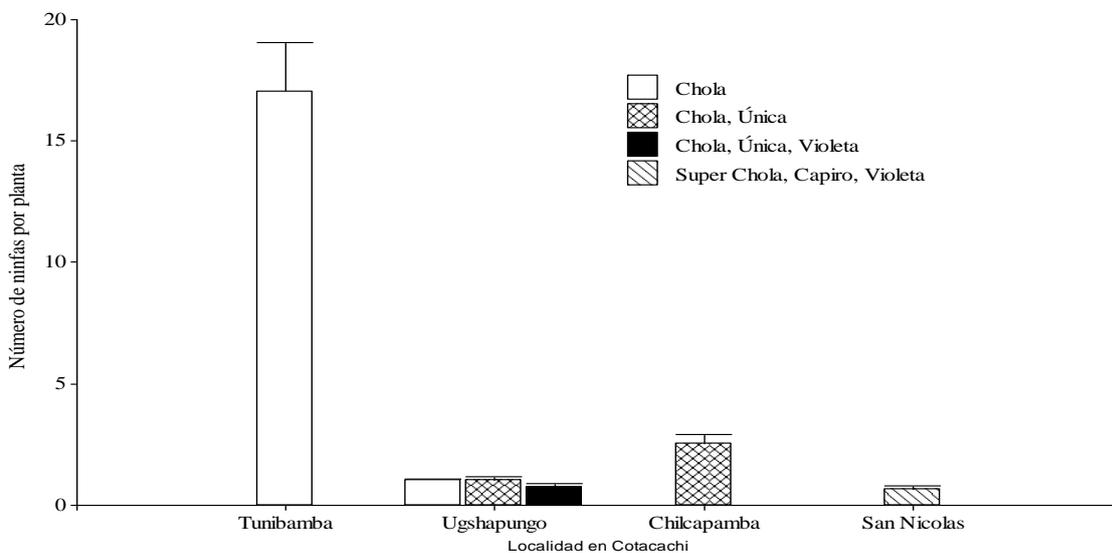


#### 4.2.4. Número de ninfas por planta por localidad

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se encontró que existe diferencia significativa entre las localidades y variedad ( $p = 0.0001$ ). En la localidad de Tunibamba en la que se tiene sembrada la variedad Chola, se tuvo la mayor presencia de ninfas por planta la cual fue de aproximadamente 17 ninfas, a diferencia de Chilcapamba con las variedades Chola y Única en la que se tuvo alrededor de 15 ninfas menos que Tunibamba, en cambio, San Nicolás (Súper Chola, Capiro) y Ugshapungo en todas sus variedades, llegaron a presentar aproximadamente una ninfa por planta (Figura 35).

**Figura 35**

*Número de ninfas de B. cockerelli S. por planta según la variedad en las localidades de Cotacachi*



La cantidad máxima obtenida de ninfas por planta fue de 102 en Tunibamba, 37 en Chilcapamba y 9 en San Nicolás, en Ugshapungo las cantidades máximas de ninfas por planta que se obtuvo fue de 12 para la variedad Chola, 10 en las variedades Chola y Única, y de 8 para el lote con las variedades Chola, Única y violeta.

En los aportes de Rubio et al. (2006) indican que al realizar muestreos en lotes de producción de papa en el estado de México al final del ciclo que es la etapa de tuberización se llegó a tener hasta 35 ninfas de *B. cockerelli* S. por planta, lo cual es similar a lo encontrado en Chilcapamba ya que esta localidad la mayor cantidad de ninfas por planta fue de 37 lo cual ocurre en la Prefloración. Sin embargo, el mismo autor menciona que en lotes de producción con un bajo control químico al llegar la etapa de floración se puede llegar a observar entre 160 a 230 ninfas por planta, lo cual a su vez supera la localidad de Tunibamba en la cual el máximo número de ninfas por planta fue de 102.

La mayor presencia de ninfas en la localidad de Tunibamba de dio a temperaturas de 6 a 20°C, lo cual se encuentra por debajo del umbral de desarrollo propuesto por Knowlton y Janes (1931) los cuales determinaron que a temperaturas que se encuentren entre los 16 a 21 °C las poblaciones de *B. cockerelli* S. aumenta con mayor rapidez.

Ramírez et al. (2008) observó que por planta se llegan a tener aproximadamente 4 ninfas de *B. cockerelli* S. S por planta en una zona en cultivos de *Capsicum annum* L. del Municipio de Mapimi, Durango, en una zona con temperaturas que van de los 9 a 41 °C, la cantidad de ninfas se asemeja a lo encontrado en las localidades de Chilcapamba, San Nicolás y Ugshapungo en las cuales se enrostraron en aproximadamente de una a dos ninfas por planta (figura 35) estas localidades presentan temperaturas que van de los 5 a 20 °C, al igual que Tunibamba sin embargo en esta localidad se obtuvo aproximadamente 17 ninfas por planta. Con esta diferencia entre localidades se afirma lo mencionado por Ramírez et al. (2013) los cuales indican que *B. cockerelli* S. no presenta una infestación uniforme en el cultivo.

Por otro lado, la baja presencia de ninfas se pudo deber a viabilidad de los huevos ya que como mencionan Cerna et al. (2018) entre el 1.4 al 10 % de huevos de *B. cockerelli* S. no son viables, como se menciona en la figura 26 la mayor presencia de huevos ocurre durante la Prefloración (546), mientras que el número de ninfas en esa etapa fue de 133 (Figura 30), lo cual indica que se tuvo una mortalidad de 76% en dicha etapa. Además, Yang et al. (2010)

indica que tanto en condiciones de campo y laboratorio se puede presentar entre 11.3 y 14.5 % de infertilidad. Abdullah (2008) indica que la mayor mortalidad se da en los primeros estadios ninfales.

### 4.3. Número de adultos

Se darán a conocer los resultados obtenidos con respecto a la variable número de adultos de *B. cockerelli* S. se indicarán los valores de las medias que se obtuvieron en los monitores durante todo el ciclo, indicándolos según la etapa fenológica, localidad y variedad.

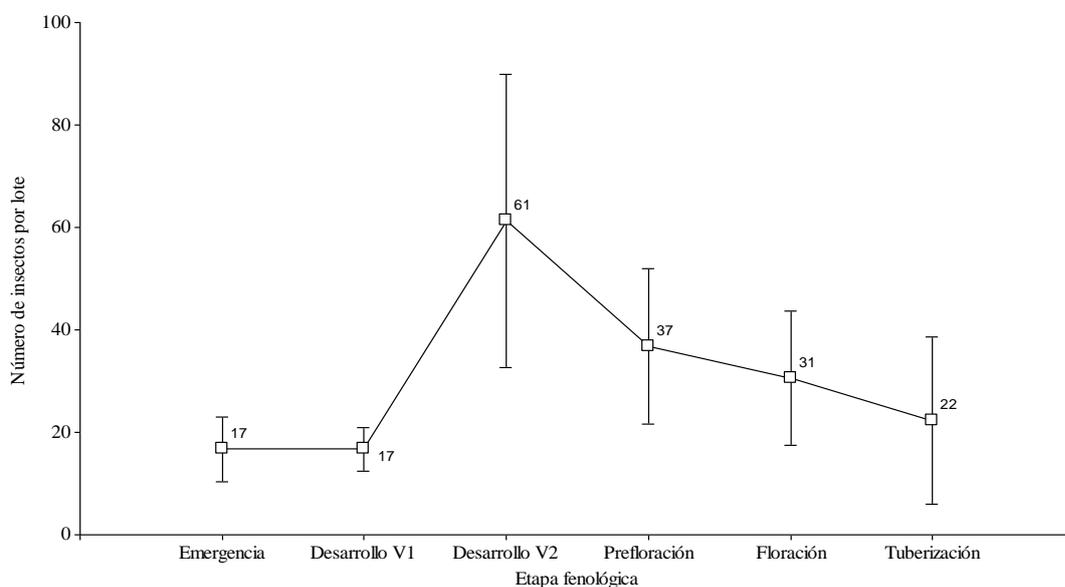
#### 4.3.1. Por etapa fenológica

Con los resultados obtenidos en la prueba de Kruskal Wallis se comprende que en los datos no existe un efecto de la etapa fenología en la cantidad de adultos de *B. cockerelli* S. ( $p=0.9931$ ).

En la figura 36, se puede apreciar que la cantidad de adultos se mantuvo de manera similar durante las etapas de Emergencia y Desarrollo vegetativo 1 en las cuales se tuvo una media de 17 ninfas, luego al pasar al Desarrollo vegetativo 2 se tiene un incremento de 44 adultos, entre las etapas de Desarrollo Vegetativo 2, Prefloración y Floración se dio la mayor cantidad de ninfas la cual se encuentra en el rango de 31 a 61, al llegar a la Tuberización disminuye en un 29%.

### Figura 36

*Número de adultos de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi*



#### **4.3.2. *Número de adultos según la etapa fenológica por localidad***

Mediante la prueba de Kruskal Wallis se determinó que no existe una interacción entre las etapas fenológicas y las localidades ( $p=0.0878$ ).

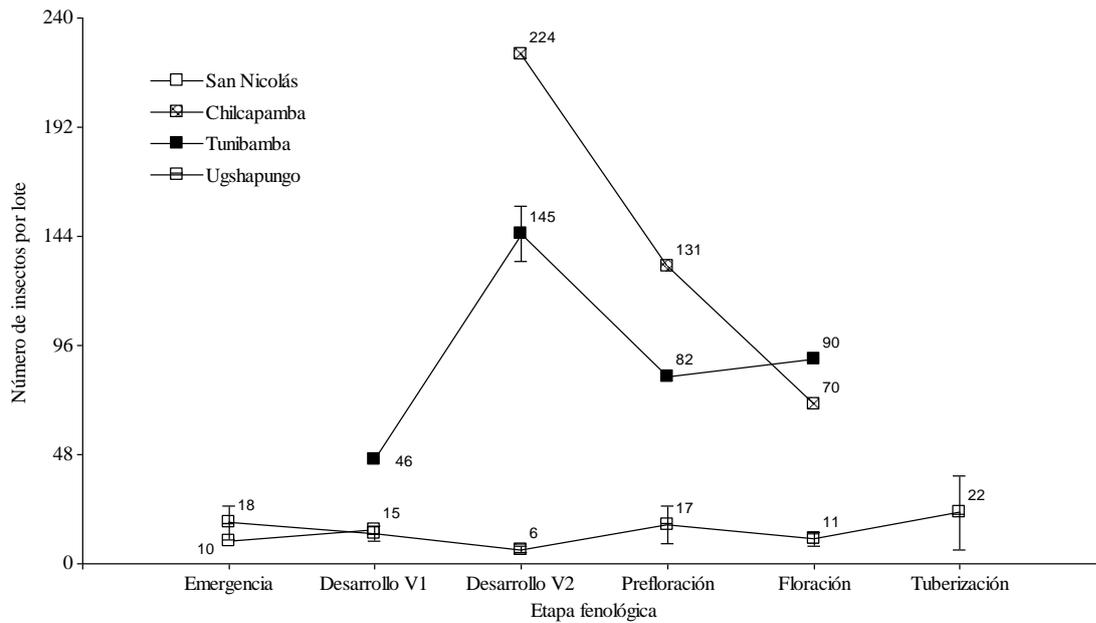
En la figura 37 nos representa los valores de la media obtenidos, en la localidad de Chilcapamba fue en donde se dio la mayor presencia de adultos, esto ocurrió durante el Desarrollo vegetativo 2 donde la media fue de 224 adultos, luego de esto disminuyó en 93 al llegar a Prefloración y de Prefloración a Floración decrece en 61 adultos.

En Tunibamba la presencia de adultos se dio desde el Desarrollo vegetativo 1 con una media de 46 adultos, luego al llegar al Desarrollo vegetativo 2 se produce un incremento de 99 adultos siendo esta la etapa con mayor presencia para esta localidad, sin embargo, esta disminuye en 63 adultos al pasar a la Prefloración y se produce un último incremento entre la Prefloración y Floración el cual es de 8 adultos.

En San Nicolás se tuvo presencia de adultos durante la emergencia y el Desarrollo vegetativo 1 con una diferencia de 5 adultos entre estas dos etapas. Por otro lado, en Ugshapungo la presencia de adultos se dio durante todas las etapas siendo la Tuberización la que mayor cantidad tuvo, a partir de la Emergencia se puede apreciar que empieza a decrecer la cantidad de adultos en ella se tiene una media de 18, luego al pasar al Desarrollo vegetativo 1 disminuye en 5 adultos y del Desarrollo vegetativo 1 al 2 disminuye nuevamente en 7 adultos, luego se produce un incremento de 11 adultos al llegar a la Prefloración, y ocurre otra disminución de 6 adultos entre la Prefloración y Floración, finalmente al pasar de Floración a Tuberización se duplica la cantidad de adultos llegando a tener una media de 22.

#### **Figura 37**

*Número de adultos de B. cockerelli S. por etapa fenológica en las localidades de Cotacachi*



#### 4.3.3. *Número de adultos según la etapa fenológica en Ugshapungo por lote*

En los Lotes 4, 5, 6 y 10 en los que se tuvo sembrada la variedad Chola, se puede apreciar que la tendencia de los valores obtenidos no presenta similitud (Figura 38).

En el Lote 4 fue durante la Emergencia en donde presentó la media más alta de adultos siendo esta de 47, luego se esto disminuye al pasar del Desarrollo vegetativo 1 con una diferencia de 40 adultos, luego decrece en 2 adultos al pasar al del Desarrollo vegetativo 2, se da un incremento de 6 adultos entre el Desarrollo vegetativo a la Prefloración y está a la Floración se da nuevamente una disminución de 2 adultos, finalmente se tiene una diferencia de 2 adultos entre la Floración y Tuberización.

En el Lote 5 durante la Emergencia se tiene una media de 19 adultos, la cual incrementa en 12 al pasar al Desarrollo vegetativo 1 siendo esta la etapa en la que mayor presencia de adultos se tuvo para este lote, luego de esto se da una drástica disminución al llegar a la Prefloración la cual fue de 28 adultos y luego de esto al pasar a la Floración se incrementa en 5 adultos.

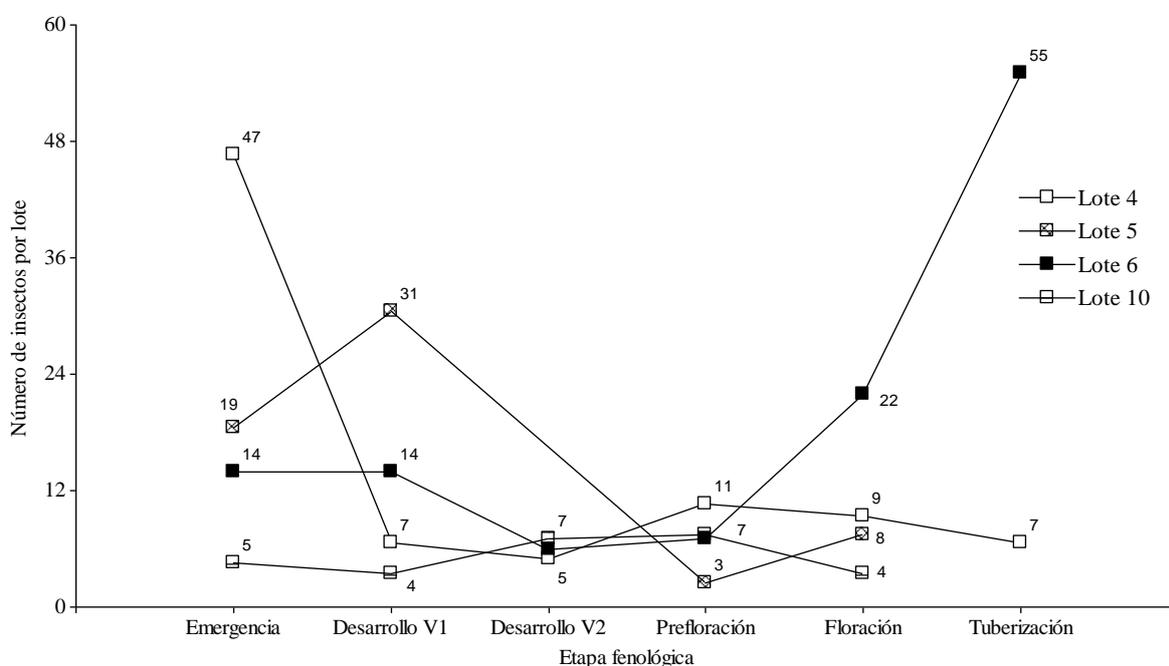
En la figura 38 se puede apreciar que en el Lote 6, las etapas de Emergencia y Desarrollo vegetativo 1 presenta la misma media de adultos siendo esta de 14, luego de esto disminuye en 8 al pasar del Desarrollo vegetativo 1 al 2, se tiene una disminución entre el Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración siendo esta de un adulto, luego de ello se da un incremento de 15

adultos al llegar a la Floración. De la Floración a la Tuberización se da un aumento de 33 adultos, siendo esta última etapa la que mayor presencia de adulto tuvo en el lote.

El Lote 10 fue el que menor presencia de adultos tuvo para la variedad Chola, la diferencia entre etapas varia de uno a cuatro adultos, en la etapa de emergencia se tiene una media de 5 adultos la cual disminuye en uno al pasar al Desarrollo vegetativo 1, luego se tiene un incremento de 3 ninfas entre el Desarrollo vegetativo 1 al 2, del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración se da un leve incremento de un adulto y finalmente se da una disminución de 4 adultos de la Prefloración a la Floración.

**Figura 38**

*Número de adultos de B. cockerelli S. por lotes en Ugshapungo variedad Chola*



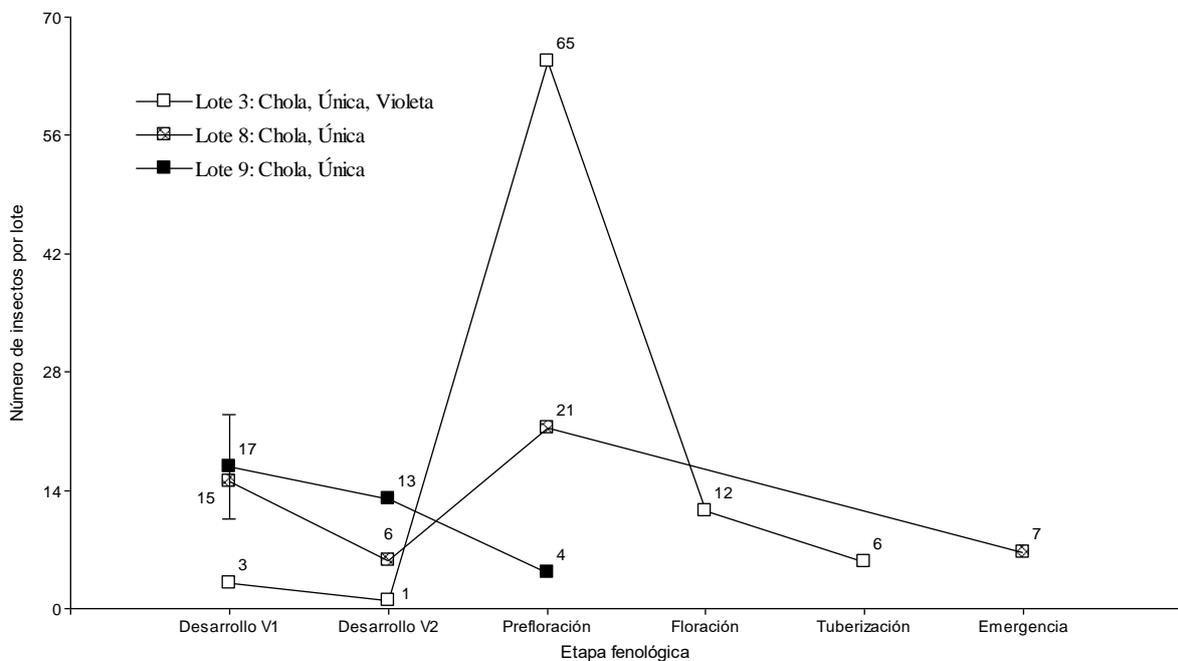
Por otro lado, en la figura 39 nos indica los valores de media obtenidos para el Lote 3 con las variedades Chola, Única y Violeta, y los lotes 8 y 9 con las variedades Chola y Única. El Lote 3 inicia en una media de insectos baja ya que para el Desarrollo vegetativo 1 y 2 se tienen valores de media de tres y uno respectivamente, luego se da un incremento de 64 adultos entre el Desarrollo vegetativo 2 y la Prefloración siendo esta etapa la de mayor presencia en el lote, no obstante, se da una disminución de 53 adultos al pasar de Prefloración a la Floración y finalmente decrece en un 50% al llegar a Tuberización.

En el Lote 8 se presenta una diferencia de 8 adultos entre la Emergencia y el Desarrollo vegetativo 1, luego de ello disminuye en 9 adultos al llegar al Desarrollo vegetativo 2 del cual a pasar a la Prefloración se da un incremento de 15 adultos siendo esta la etapa de mayor presencia para el lote.

En el Lote 9 la cantidad de adultos fue disminuyendo a lo largo de las tres etapas en las que se avaluó, en el Desarrollo vegetativo 1 es donde se tiene el mayor valor de media para este lote siendo de 17 adultos, luego de ello disminuye en 5 adultos al llegar al Desarrollo vegetativo 2, del cual al pasar a la Prefloración se reduce en 9 la cantidad de adultos.

**Figura 39**

*Número de adultos de B. cockerelli S. por trampa por lotes en Ugshapungo variedades Chola, Única y Violeta*



#### 4.3.4. Número de adultos por trampa por localidad por variedad

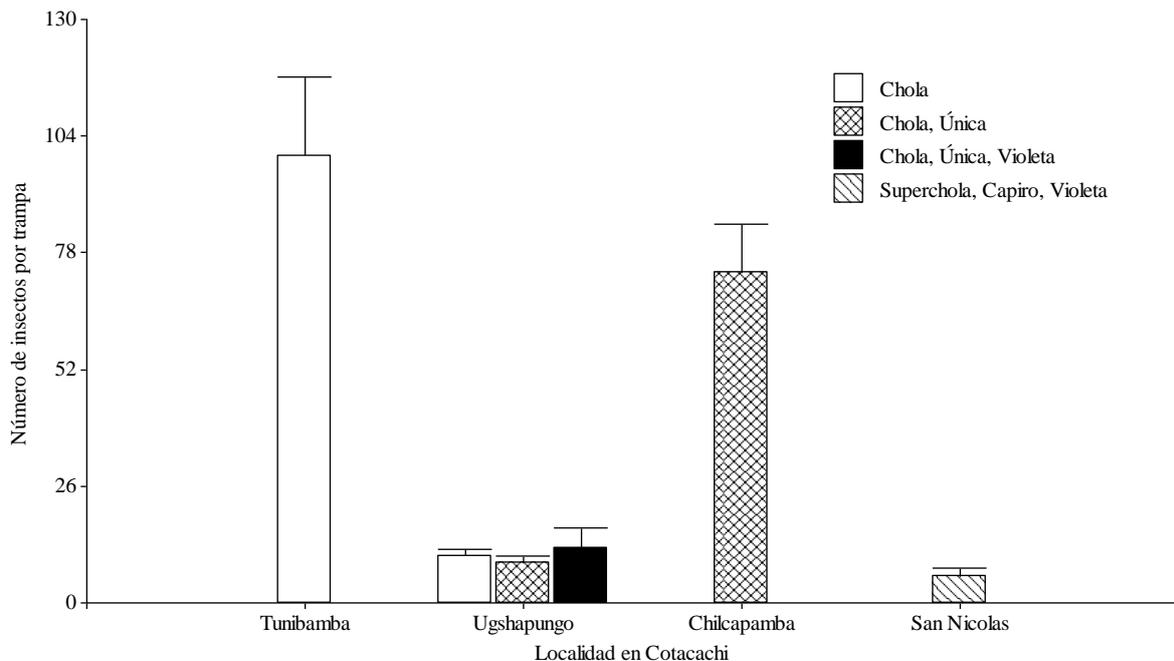
Con el análisis de varianza de datos no paramétricos para el número de adultos por trampa, se indica que si existe diferencia significativa entre las localidades y variedad ( $p=0.0001$ ).

La mayor cantidad de adultos de *B. cockerelli S.* encontrados por trampa se obtuvo en la localidad de Tunibamba la cual tuvo sembrada la variedad Chola, en ella se contaron hasta 100 adultos, en su vez en Chilcapamba y San Nicolás se encontraron 74 y 6 adultos por trampa

respectivamente, San Nicolás fue la localidad con menor presencia de adultos por trampa ya que se obtuvo una media de aproximadamente 6 adultos (Figura 40). En Ugshapungo la media de adultos por trampa va de 9 a 12 aproximadamente, siendo la mezcla de Chola, única y violeta la que mayor presencia demostró al tener.

**Figura 40**

*Número de adultos de B. cockerelli S. por trampa por Localidad según la variedad*



Se observa una mayor abundancia de *B. cockerelli S.* en Tunibamba y Chilcapamba, a pesar de que estos presentan las mismas temperaturas máximas (20 °C) y mínimas (6 °C), también tienen características diferentes como altitud o variedad de papa (tabla 3) lo cual puede influir en la variabilidad de respuesta de la plaga de un sitio a otro (Liu y Trumble, 2006). El incremento de la población de insectos se ve influido en parte a las últimas etapas fenológicas de la planta, ya que se observa que *B. cockerelli S.* tiene preferencia por las plantas más desarrolladas que presentan coloraciones amarillentas que atraen la atención del insecto, esto también ha sido demostrado con el uso de trampas amarillas (Mohammad, 1999; AlJabr y Cranshaw, 2007).

Según los autores Wenninger et al. (2017) y Ramos (2018) en sus investigaciones realizadas en cultivos de papa, llegaron a encontrar aproximadamente un adulto de *B. cockerelli S.* por trampa amarilla, esto difiere a lo encontrado en la presente investigación ya que en la

localidad de San Nicolás se llegaron a encontrar aproximadamente 6 individuos por trampa, siendo esta la localidad con menor presencia de adultos por trampa.

Por otra parte, Rubio et al. (2006) en los lotes de producción de papa de la ciudad de México mostraron que en las trampas amarillas se llegan a capturar hasta 60 adultos de *B. cockerelli* S. lo cual es similar a lo encontrado en la localidad de Chilcapamba ya que en ella las trampas amarillas lograron capturar hasta 76 adultos por trampa.

La baja presencia de adultos se pudo deber a la mortalidad en ninfas, ya que según Yang et al. (2010) esta puede llegar hasta 83% en cultivos de papa a campo abierto, cantidad igual a la que se dio en Ugshapungo en la etapa de Floración, ya que como se indica en la figura 31, es en esta etapa donde se tuvo mayor presencia de ninfas (62), mientras que en el número de adultos en esta etapa se fue de 11 (Figura 37).

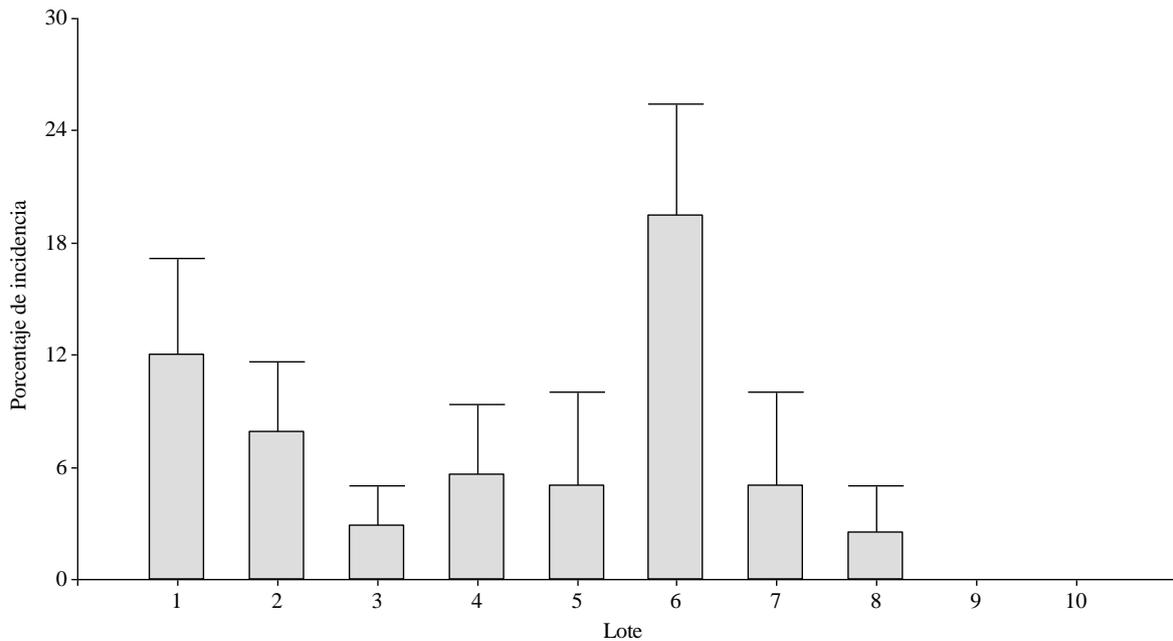
#### **4.4.Síntomas de punta morada**

En el presente apartado se darán a conocer los porcentajes de incidencia de punta morada encontrados durante el ensayo. El análisis estadístico no encontró diferencias significativas entre lotes ( $p=0.0810$ ).

En la figura 41 se puede apreciar que el Lote 6 perteneciente a Ugshapungo alcanzando un porcentaje de incidencia del 19.44 %, presenta diferencias del 7.44%, 11.58% y 13.81% con respecto a los lotes 1, 2 y 4 respectivamente. En cambio, los Lotes 3 y 8 ambos pertenecientes a Ugshapungo presentaron una diferencia de 0.36%. En los lotes 5 y 7 no hubo una diferencia en el porcentaje de incidencia ya que ambos presentaron un 5%. Los Lotes 9 y 10 no tuvieron presencia de síntomas de punta morada durante el ensayo.

#### **Figura 41**

*Porcentaje de Incidencia de punta morada en papa en las localidades de Cotacachi*



Los valores incidencia encontrados en la investigación se encuentran por debajo del 20%, a diferencia de los encontrados por Ramírez et al. (2013) quienes demostraron una fluctuación de 48 a 53% de incidencia de punta morada, la cual mencionan que se encuentra asociada con la presencia de *B. cockerelli* S. Por otro lado, Rubio et al. (2006) indican que en un muestreo de punta morada en cultivos de papa se puede tener una incidencia de hasta 34%. En la investigación de Rubio et al. (2011) se determinó que a una altitud de 3200 m.s.n.m no se presentan síntomas de punta morada en cultivos de papa, con lo cual se puede justificar la falta de incidencia de esta enfermedad en los lotes 8 y 9. Se considera a *B. cockerelli* S. como el principal causante de punta morada en papa (Jiménez y Ramos, 2021).

#### **4.5. Número de insecto por orden encontrados en trampas**

Mediante la prueba de Kruskal Wallis se determinó un valor de  $p=0.0001$  indicando que existe una diferencia significativa entre los órdenes de insectos y la localidad. En este apartado se indican el número de insectos encontrados en las trampas amarillas en las localidades de Chilcapamba, San Nicolás, Tunibamba y Ugshapungo, se determinaron 9 órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera y Phasmatodea, siendo los cuatro primeros los que mayor presencia tuvieron en todas las localidades.

##### **4.5.1. Por orden y localidad**

En la tabla 3, se indica en valor de la media obtenido en cada localidad, En Chilcapamba se presentaron alrededor de 151 Diptera, 155 Hemiptera, 96 Thysanoptera, y 86 Hymenoptera siendo las dos primeras las que mayor presencia tuvieron en esta localidad, a comparación de

los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Odonata y Neuroptera en los cuales se encontraron menos de tres insectos, no se encontró ningún insecto perteneciente al orden Phasmatodea.

San Nicolás fue la localidad donde se observó la mayor cantidad de Dípteros llegándose a obtener una media de 714, los órdenes Hymenoptera, Hemiptera y Thysanoptera presentaron 50, 24 y 20 insectos respectivamente, los demás ordenes tuvieron de 1 a 3 insectos y no hubo presencia de Phasmatodea al igual que en anterior localidad. En los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Odonata y Neuroptera al igual que en Chilcapamba se presentaron menos de tres insectos, además de que no se tuvo la presencia del orden Phasmatodea

En Tunibamba se tuvo una media 98 dípteros, siendo esta la localidad con menor presencia de este orden; los órdenes Hemiptera y Hymenoptera presentaron el mismo valor de media el cual fue de 69 insectos, para Thysanoptera se obtuvo aproximadamente de 79 insectos. En esta localidad se encontró menor presencia del orden Phasmatodea alcanzando una media de 20 insectos y en los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Odonata y Neuroptera se presentó menos de un insecto. Tunibamba fue la única localidad que no presento el orden Odonata.

Ugshapungo el orden de Diptera alcanzando una media de 393 insectos siendo este el orden de mayor presencia para la localidad, entre Hymenoptera y Thysanoptera hubo una diferencia de un insecto, en el orden Hemiptera se presentó una media de 18 insectos. Los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera y Phasmatodea presentaron aproximadamente un insecto.

**Tabla 4**

*Entomofauna por orden y localidad*

Orden	Tunibamba	Chilcapamba	San Nicolás	Ugshapungo
Hymenoptera	69	86	50	24
Hemiptera	69	<u>155</u>	24	17
Coleoptera	1	3	1	1
Diptera	<u>98</u>	151	<u>714</u>	<u>393</u>
Lepidoptera	1	1	2	1
Odonata	-	1	1	1
Neuroptera	1	1	1	1
Thysanoptera	79	96	20	25
Phasmatodea	20	0	-	1

#### 4.5.2. Por orden y etapa fenológica en Chilcapamba

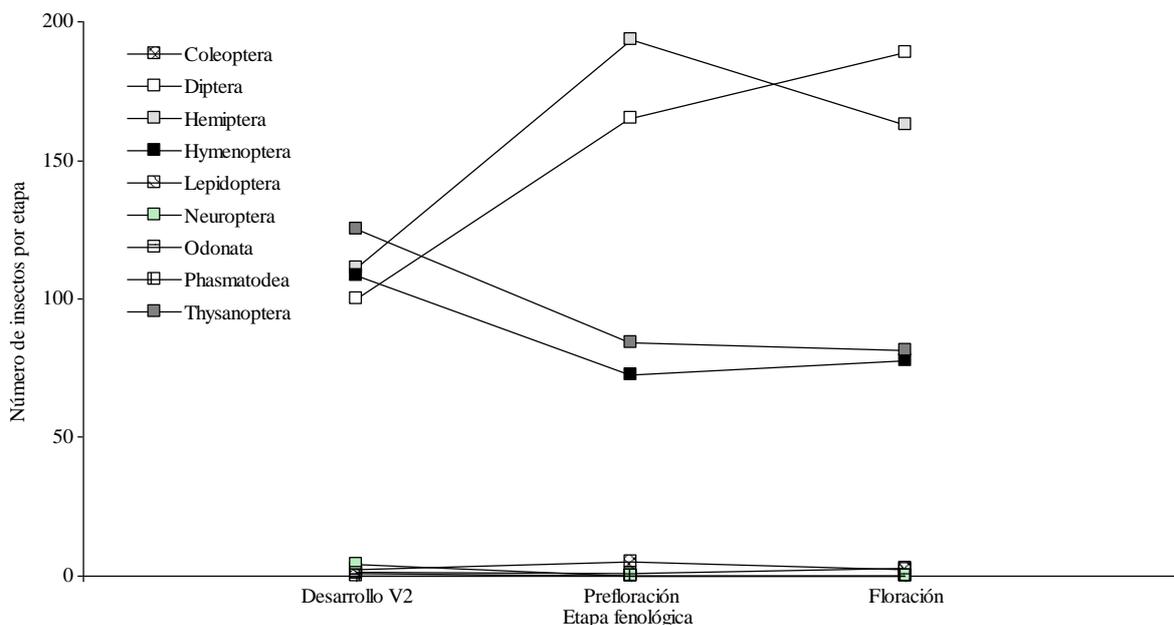
Mediante la prueba de Kruskal Wallis ( $p=0.0001$ ) se muestra que existe una diferencia significativa entre las etapas fenológicas y el orden de los insectos.

En la localidad de Chilcapamba (Figura 42) el orden Diptera tuvo un incremento del 65% entre el Desarrollo vegetativo 2 y la Prefloración y luego de al pasar a la Floración aumento en 24 insectos siendo esta la etapa con mayor presencia de Dípteros. El orden Hemiptera tuvo un incremento de 82 insectos entre el Desarrollo vegetativo 2 y Prefloración siendo esta etapa en la que tuvo mayor presencia alcanzando una media de 193 insectos, luego de ello decreció en 16 % al llegar a la Floración.

El orden Thysanoptera tuvo una disminución desde en Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración la cual fue del 32%, luego de ello volvió a disminuir nuevamente en un 3% al llegar la Floración, esta variación ocurrió de manera similar en el orden Hymenoptera en el cual del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración disminuyó en 33%, luego de ello se dio un leve incremento de 5 insectos a pasar de Prefloración y a Floración. Los órdenes Coleoptera y Lepidoptera, a lo largo de las etapas fenológicas presentaron menos de 5 insectos, en cambio Neuroptera y Odonata solo se presentaron en el desarrollo vegetativo 2 con aproximadamente 4 y 1 insectos respectivamente, no se encontró presencia alguna de Phasmatodea.

**Figura 42**

*Entomofauna presente en Chilcapamba según la etapa fenológica variedad Chola y Única*



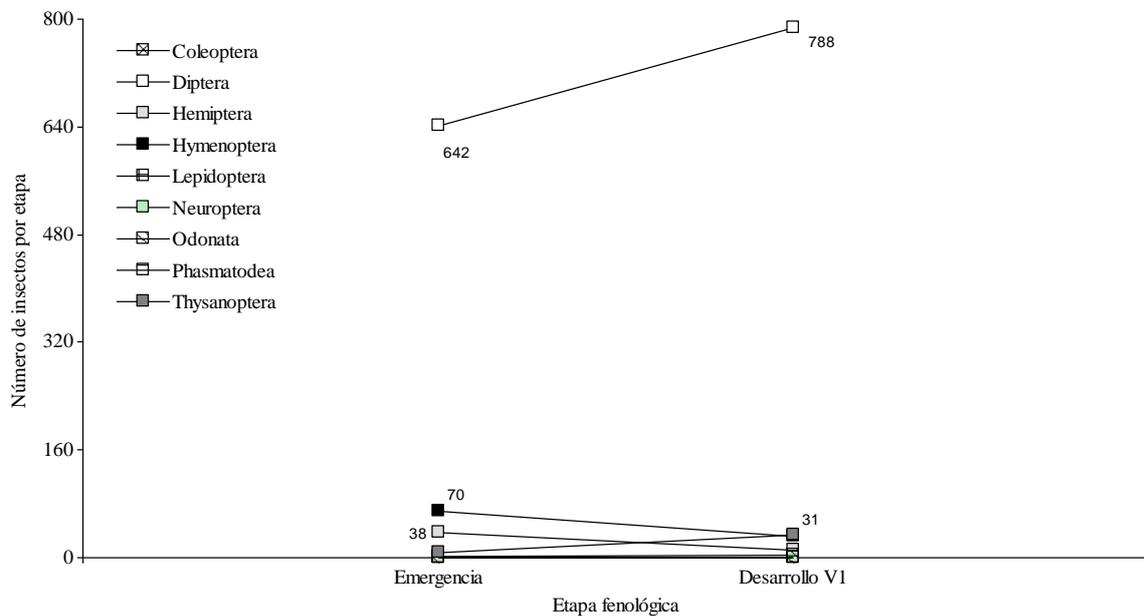
#### 4.5.3. Por orden y etapa fenológica en San Nicolas

Mediante la prueba de Kruskal Wallis ( $p=0.0001$ ) se muestra que existe una diferencia significativa entre las etapas fenológicas y el orden de los insectos. En la localidad de San Nicolás (Figura 43) el orden Diptera fue el que mayor presencia manifestó, la cual se dio al obtener un incremento del 23% desde la emergencia hacia el Desarrollo vegetativo 1, en cambio en estas mismas etapas los órdenes Hemiptera e Hymenoptera tuvieron decrecimientos del 71 y 55 % respectivamente.

Lepidoptera, Coleoptera y Neuroptera presentaron menos de un individuo en ambas etapas, a diferencia de Odonata que solo se llegó a presentar durante el Desarrollo vegetativo 1 con un aproximadamente un insecto. Thysanoptera llegó a presentar un incremento de 25 insectos entre las etapas de Emergencia y el Desarrollo vegetativo 1. Al igual que en Chilcapamba no se tuvo presencia del Orden Phasmatodea.

**Figura 43**

*Entomofauna presente en San Nicolás según la etapa fenológica variedades Súper chola, Capiro y Violeta*



#### 4.5.4. Por orden y etapa fenológica en Tunibamba

Mediante la prueba de Kruskal Wallis ( $p=0.0001$ ) se muestra que existe una diferencia significativa entre las etapas fenológicas y el orden de los insectos.

En Tunibamba el Orden Diptera presenta un aumento del 70% desde Desarrollo vegetativo 1 al Desarrollo vegetativo 2 siendo esta la etapa en la que mayor presencia tuvo con

un valor de 136 insectos, luego de esto decrece en 27% al llegar a Prefloración y finalmente al pasar de Prefloración a Floración se da una disminución del 18% en los insectos (Figura 44).

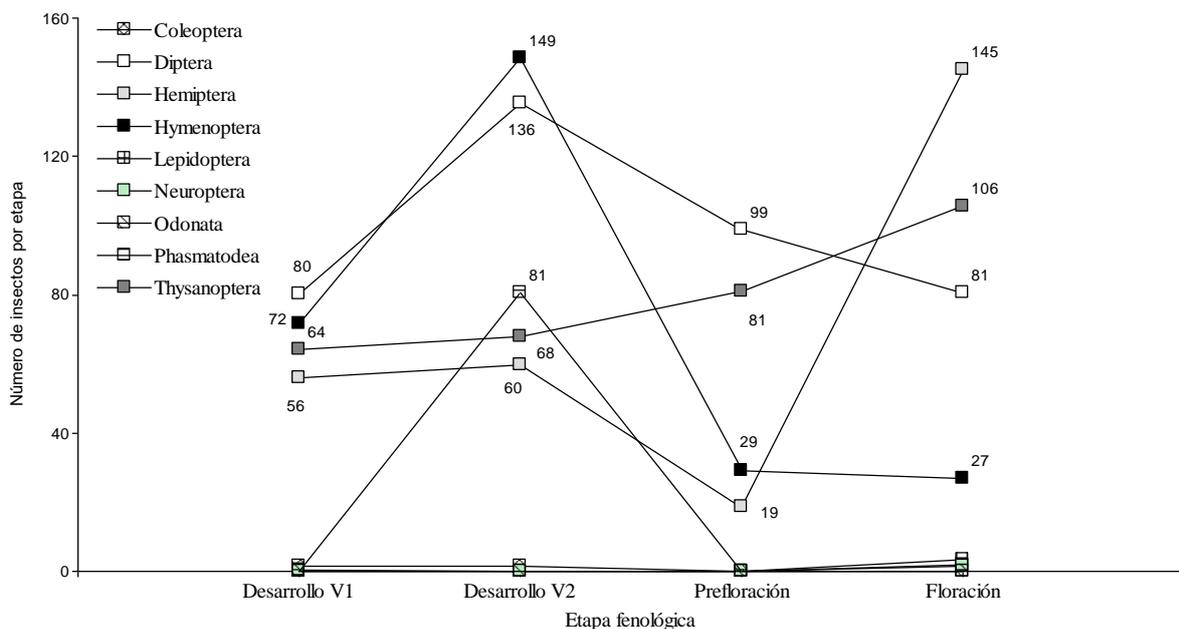
Hymenoptera tuvo un incremento de 77 insectos entre el Desarrollo vegetativo 1 al 2 siendo esta última mencionada la etapa en la que mayor presencia tuvo con una media de 149 insectos, luego de esto disminuye en un 80% al pasar a la etapa de Prefloración, posteriormente se da una disminución de 2 insectos entre la Prefloración y Floración.

Thysanoptera presenta incrementos constantes entre las etapas fenológicas los cuales son del 6% del Desarrollo vegetativo 1 al 2, 19% entre el Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración y un 30% de Prefloración a Floración. Por otra parte, Hemiptera presentó una diferencia de 4 individuos entre el Desarrollo vegetativo 1 al 2, luego de ello disminuyó en 41 insectos al llegar a Prefloración y manifestó un gran incremento de 126 insectos al pasar de Prefloración a Floración.

Phasmatodea se presentó únicamente en el Desarrollo vegetativo 2 con una media de 81 insectos, en cambio, Lepidoptera solo se observó durante la Floración en la cual se registraron alrededor 4 individuos, Neuroptera solamente presentó menos de un individuo en las etapas de Desarrollo vegetativo 1 y Floración, Coleoptera presentó menos de 2 individuos en cada etapa a lo largo del ciclo, no hubo presencia del orden Odonata.

**Figura 44**

*Entomofauna presente en Tunibamba según la etapa fenológica variedad Chola*



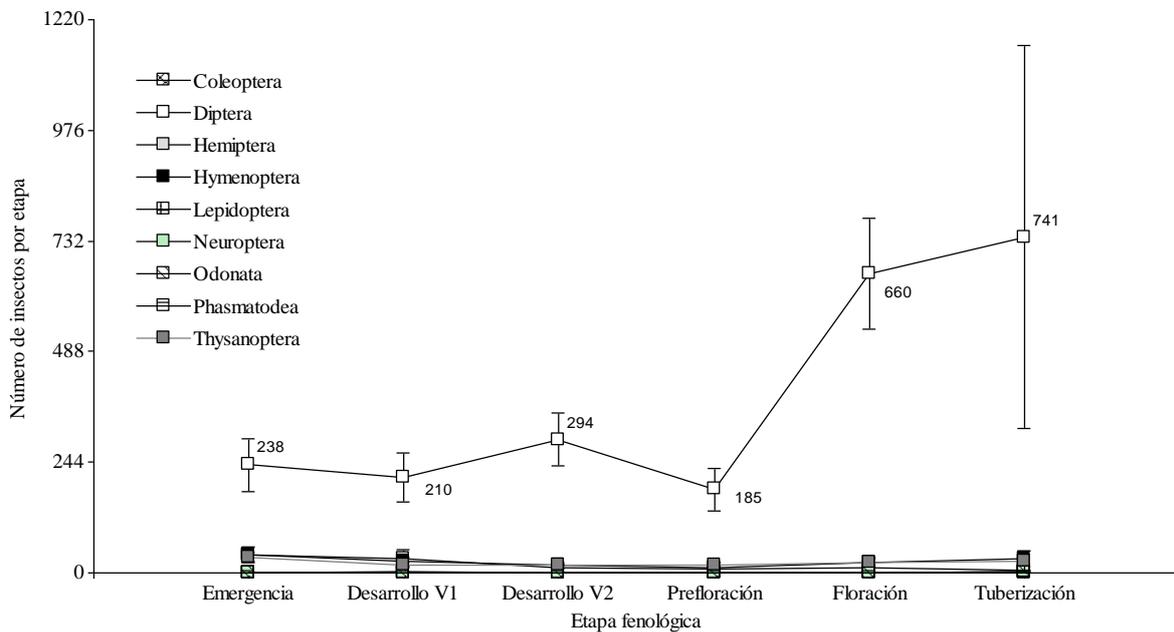
#### 4.5.5. Por orden y etapa fenológica en Ushapungo variedad Chola

En la localidad de Ushapungo la variedad Chola (Figura 45), el orden Diptera fue el que mayor presencia tuvo en todas las etapas fenológicas del cultivo, a partir de la Emergencia al Desarrollo vegetativo 1 se dio una ligera disminución de 28 insectos, entre el Desarrollo vegetativo 1 al 2 se dio un incremento del 40%, luego se dio una reducción de 109 insectos del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración, entre la Prefloración y Floración se dio el mayor incremento de esta localidad el cual fue de 475 insectos, seguido de un último aumento de 81 insectos al llegar la tuberización, siendo esta última etapa la de mayor presencia.

Hemiptera, Hymenoptera y Thysanoptera tuvieron similar registro en cada etapa manteniéndose como los órdenes con mayor presencia en esta variedad en ellos se presentaron valores de media de por debajo de los 30 individuos, en cambio Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera y Odonata se presentaron en un promedio de hasta un individuo. No hubo presencia del orden Phasmatodea.

**Figura 45**

*Entomofauna presente en Ushapungo según la etapa fenológica variedad Chola*



#### 4.5.6. Por orden y etapa fenológica en Ushapungo variedades Chola y Única

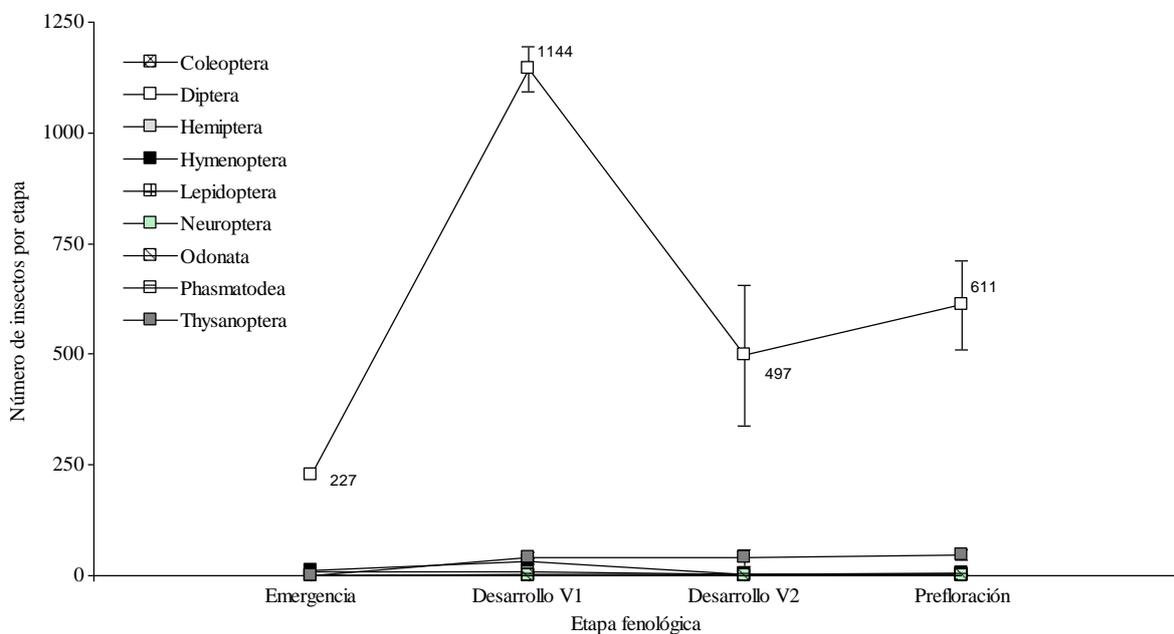
En los lotes de producción con las variedades Chola y Única (Figura 46) el orden Diptera durante fue el que mayor presencia tuvo, a partir de la Emergencia al Desarrollo vegetativo 1 se dio un drástico incremento de 917 insectos con lo cual se llegó a tener la media

más alta de Diptera para esta localidad la cual fue de 1 144 insectos, luego de ello entre el Desarrollo vegetativo 1 al 2 se dio una disminución de 647 insectos, y finalmente del Desarrollo vegetativo 2 a la Prefloración se dio un incremento de 114 insectos.

Los órdenes Hemiptera, Hymenoptera y Thysanoptera presentaron valores por debajo de los 35 individuos a lo largo de las etapas fenológicas, en cambio los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera y Odonata se encontraron menos de tres insectos. No hubo presencia del orden Phasmatodea.

**Figura 46**

*Entomofauna presente en Ugshapungo según la etapa fenológica variedades Chola y Única*



**4.5.7. Por orden y etapa fenológica en Ushapungo variedad Chola, Única y Violeta**

A su vez, en la figura 47 se puede observar que en las variedades Chola, Única y Violeta el orden con mayor presencia de los Ordenes Diptera, Hemiptera, Hymenoptera y Thysanoptera se dio durante la Prefloración. Diptera presenta un aumento de 48 insectos entre el Desarrollo vegetativo 1, del cual al pasar a la Prefloración se da un gran incremento de 369 insectos, luego de ello decrece en 292 entre la Prefloración y Floración, finalmente al pasar a la Tuberización se da un nuevo incremento el cual es de 24 insectos.

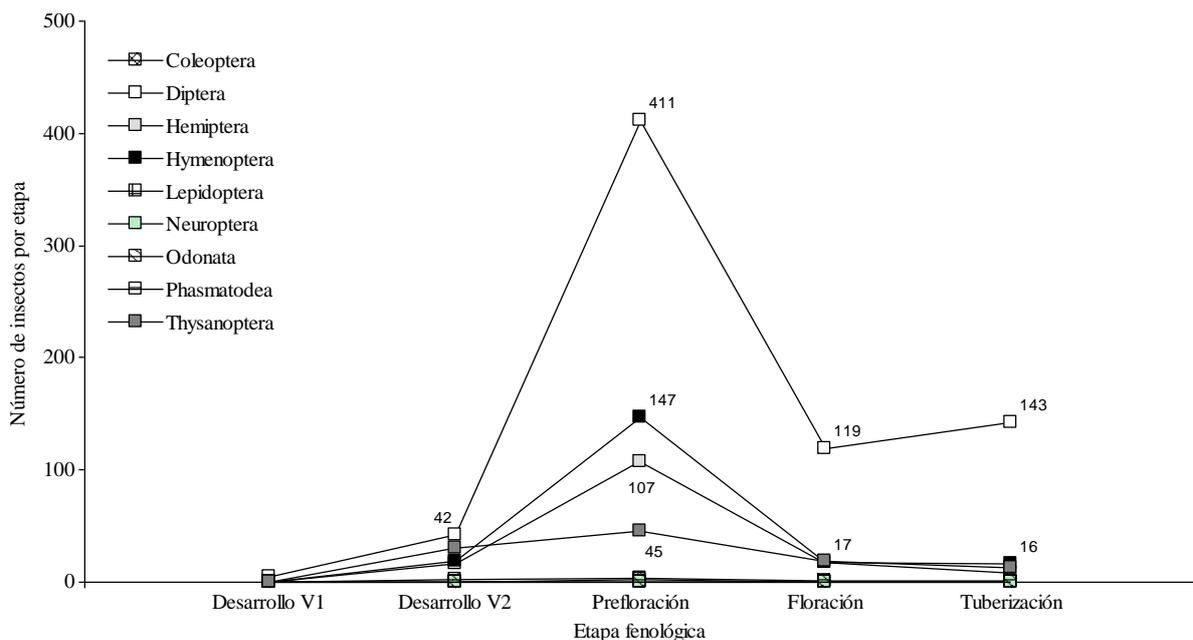
El orden Hymenoptera se observa a partir del Desarrollo vegetativo 2 con una media de 18 insectos, luego de ello se da un incremento de 128 al pasar a la etapa de Prefloración siendo esta la de mayor presencia para este orden. Durante la Floración presenta la misma media que en el Desarrollo vegetativo 2 luego de haber disminuido 128 insectos con respecto a la Prefloración, y al pasar a la Tuberización disminuye en 2.

Hemiptera al igual que Hymenoptera se observa a partir del Desarrollo vegetativo 2 con una media de 17 insectos, al pasar a Prefloración se da un incremento de 90 alcanzando su mayor presencia para estas variedades la cual fue de 107 insectos (Figura 47), luego de ello se da una disminución de 90 insectos al pasar a la Floración en la cual presenta el mismo valor de media que el Desarrollo vegetativo 2. Entre la floración y Tuberización se tiene una diferencia de 8 insectos.

Thysanoptera presenta una diferencia de 15 insectos entre el Desarrollo vegetativo 2 y la Prefloración, siendo esta última mencionada en la que mayor presencia tuvo, ya que obtuvo una media de 45, luego al pasar a la Floración disminuyó en 27 insectos. Entre la Floración y Tuberización se dio una diferencia de 6 insectos. En los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera se encontraron menos de 4 insectos durante el ciclo. No hubo presencia de los órdenes Odonata y Phasmatodea.

**Figura 47**

*Entomofauna presente en Ugshapungo según la etapa fenológica variedades Chola, Única y Violeta*



#### 4.6. Entomofauna en la etapa de floración a través de red entomológica

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis ( $p=0.3902$ ) indica que no existe una diferencia significativa entre las localidades y el número de insectos. Con respecto a los insectos recolectados durante la etapa de floración, se determinaron 10 órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera, Thysanoptera, Phasmatodea y Orthoptera, siendo el orden Diptera el que se presentó en mayor cantidad, además, se encontraron arácnidos y adultos de *B. cockerelli* S.

Para la localidad de Chilcapamba, en la tabla 5, se observa que el orden Diptera presentó la mayor cantidad de insectos recolectados la cual fue de 178, superando en 136 insectos al orden Hemiptera, en cambio Hymenoptera y Coleoptera presentaron la misma cantidad de insectos. El orden Orthoptera presentó una diferencia de 5 insectos con respecto a Phasmatodea de la cual solo se encontró un individuo. En esta localidad hubo la presencia de arácnidos y adultos de *B. cockerelli* S. sin embargo, la cantidad de adultos de *B. cockerelli* S. recolectados con la red entomológica es 90% inferior con respecto a lo encontrada en trampas amarillas durante la etapa de Floración que se dio a conocer en la figura 37.

En Tunibamba el orden Díptera fue el que más se presentó durante la recolección, sin embargo, también sobresale la presencia de Hymenoptera y Hemiptera los cuales son inferiores en 259 y 242 insectos respectivamente en comparación a Diptera, además de ello se puede observar la presencia de Coleoptera. Los órdenes que se presentaron en menor medida fueron Odonata, Neuroptera y Thysanoptera, de los cuales se encontraron menos de 4 insectos al igual que en los Arácnidos. La presencia de adultos de *B. cockerelli* S. fue superior en 50 individuos a lo encontrado en la etapa de Floración (Tabla 5) con el uso de trampas amarillas.

En la tabla 5, se muestran los órdenes de insectos recolectados durante distintos porcentajes de floración en la localidad de Ugshapungo, al 50% de floración se tiene mayor presencia de Diptera con 43 insectos, seguido de Hymenoptera cual es inferior en 36 insectos con respecto a Díptera, en cambio del orden Thysanoptera solo se encontró un individuo. Al 75% de Floración se puede observar que la cantidad de Dípteros disminuye con respecto a la Floración al 50%, sin embargo, la cantidad de Hymenoptera incrementa y se da la presencia de Hemiptera, Coleoptera y de adultos de *B. cockerelli* S.

En el 100% de la Floración se puede apreciar que da la presencia del orden Odonata con un individuo, a su vez la presencia de Dípteros vuelve a incrementar alcanzando la media de 101 insectos. Hemiptera e Hymenoptera presenta una diferencia de un insecto entre ellas, además se puede apreciar que la cantidad de Coleópteras y de Adultos de *B. cockerelli* S. aumenta con respecto a la Floración al 75%.

**Tabla 5**

*Entomofauna durante la etapa de floración*

Orden	Tunibamba	Chilcapamba	Ugshapungo	Ugshapungo	Ugshapungo
	75 %	75 %	50 %	75 %	100 %
Hymenoptera	95	10	7	14	8
Hemiptera	112 (140)	42 (7)	-	8 (2)	9 (5)
Coleoptera	22	10	-	1	13
Diptera	<u>354</u>	<u>178</u>	<u>43</u>	<u>38</u>	<u>101</u>
Lepidoptera	-	-	-	-	-
Odonata	1	-	-	-	1
Neuroptera	3	-	-	-	-
Thysanoptera	4	-	1	-	-
Phasmatodea	-	1	-	-	-
Orthoptera	-	6	-	-	-

*Nota:* en el orden Hemiptera se muestra en paréntesis la cantidad de adultos de *B. cockerelli* S. recolectados con red entomológica

En la investigación realizada por Livia (2019) en cultivos de papa del distrito la Molina en Perú, determina que existe la presencia de los Ordenes Orthoptera, Hymenoptera, Coleoptera y Diptera, indicando a su vez que la que las labores culturales y el control químico influyen en la abundancia y diversidad de los insectos, estos dos últimos ordenes mencionados también han sido encontrados en cultivos de *Capsicum annum* L. Familia: Solanaceae, al igual que los órdenes Hemiptera y Lepidoptera (Lozano et al., 2018).

En todas las localidades de la presente investigación se tuvo la presencia del ordenes Hymenoptera, Neuroptera y Hemiptera dentro de los cuales se podría encontrar a enemigos naturales de *B. cockerelli* S. con lo son *Tamarixia triozae* (Burks), *Chrysoperla spp*, *Geocoris spp*, y *Hippodamia convergens* (Guerin) (Ramírez et al., 2008; Morales et al., 2013).

En la investigación realizada por Cerón et al, (2014) indican que el uso de hembras de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) es efectivo para el control de ninfas de *B. cockerelli* S. por depredación u oviposición ya que, durante un periodo de vida de 30 días, cada hembra puede consumir en promedio 181 ninfas, Lozano et al. (2019) mencionan que *Tamarixia triozae* puede alcanzar un parasitismo del 83% en condiciones de invernadero.

Por otro lado, Salas et al. (2015) indican que mediante el uso de larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) conocida como el león de los áfidos, se puede controlar huevos y ninfas de *B. cockerelli* S. indican que en un periodo de 48 horas las larvas pueden consumir el 90% de ninfas disponibles, este dato de consumo es importante ya que, al manejar liberaciones masivas en cultivos, se podrán ver resultados de control en corto plazo. Martinez et al. (2014) hacen el reporte de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) en México, como depredador de ninfas de *B. cockerelli* S. dando a conocer que en su estado cuarto estadio ninfal se puede alimentar del 46% de ninfas disponibles de *B. cockerelli* S. en un periodo de 24 horas.

#### **4.7. Manejo agronómico del cultivo**

Para indicar el control fitosanitario se elaboraron tablas de contingencia con el estadístico chi cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson con las frecuencias relativas para poder identificar la cantidad de aplicaciones de los ingredientes activos (I.A) utilizados en según las etapas fenológicas del cultivo en las localidades de Tunibamba, Chilcapamba, San Nicolás y Ugshapungo, cabe aclarar que en ningún productor realiza aplicaciones específicas para el control de *B. cockerelli* S.

##### **4.7.1. Manejo**

En las localidades del cantón Cotacachi se pudo apreciar que realizaban labores culturales antes y durante el desarrollo del cultivo como lo son: preparación de terreno con la ayuda de tractor, fertilización química y orgánica previo a la siembra, surcado con tractor o con bueyes, siembra manual y el aporte de forma manual con el uso de azadón, el cual también se empleó en las labores de control de maleza. Ningún lote conto con acceso a canal de riego, en ellos solo se contaba con lo obtenido de las precipitaciones.

#### 4.7.2. Control químico en Tunibamba - Lote 1

Con el estadístico chi cuadrado realizado en la variedad chola de Tunibamba ( $\chi^2=0.6592$ , GL=2) encontramos que no se tiene una relación entre los I.A y las etapas fenológicas del cultivo (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Tabla de contingencia Tunibamba - etapa fenológica*

Estadístico	Valor	GL	$\chi^2$
Chi Cuadrado Pearson	0.83	2	0.6592

En total se realizaron cinco aplicaciones de las cuales el 40% se dio en el Desarrollo Vegetativo 1 y el 60% en Emergencia, el insecticida Diafenthiuron se aplicó una sola vez en Emergencia mientras que el fungicida Tebuconazole y el insecticida Thiamethoxan + Lambdacihalotrin se aplicaron tanto en la Emergencia como en el Desarrollo Vegetativo 1 (Tabla 7). Las aplicaciones solo se realizaron durante la Emergencia y el Desarrollo Vegetativo 1 debido a que el productor decidió retirar el lote.

**Tabla 7**

*Frecuencias absolutas por filas localidad Tunibamba Lote 1 /En columnas: I.A, Modo de acción y etapa fenológica*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Emergencia	Desarrollo vegetativo 1	Total
Diafenthiuron	Inhibidores de la ATP sintasa mitocondrial	1	0	1
<u>Tebuconazole</u>	Biosíntesis de esterol en las membranas celulares	1	1	2
Thiamethoxan + Lambdacihalotrin	Antagonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina + Modulador del canal de sodio	1	1	2
Total	-	3	2	5

#### 4.7.3. Control químico en Chilcapamba - Lote2

En el análisis para las variedades chola y única de Chilcapamba (Tabla 8) se observa que no existe relación entre los I.A y las etapas fenológicas del cultivo ( $\chi^2 = 0.5134$ , GL=2).

**Tabla 8***Tabla de contingencia Chilcapamba - etapa fenológica*

Estadístico	Valor	GL	$\chi^2$
Chi Cuadrado Pearson	1.33	2	0.5134

En esta localidad se realizaron cuatro aplicaciones de productos químicos de las cuales el 75% se dio en el Desarrollo vegetativo 1 y el 25 % en el Desarrollo vegetativo 2, el fungicida Tebuconazole y el insecticida Thiamethoxan + Lambdacihalotrin se aplicaron una sola vez durante el Desarrollo vegetativo 1 mientras que el insecticida Diafenthiuron se aplicó tanto en el Desarrollo vegetativo 1 y 2 una sola vez (Tabla 9). Las aplicaciones solo se realizaron durante el Desarrollo Vegetativo 1 y 2, debido a que el productor decidió dar por perdido el Lote 2.

**Tabla 9***Frecuencia absoluta por filas localidad Chilcapamba Lote 2*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Desarrollo vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Total
Diafenthiuron	Inhibidores de la ATP sintasa mitocondrial	1	1	2
<u>Tebuconazole</u>	Biosíntesis de esterol en las membranas celulares	1	0	1
Thiamethoxan + Lambdacihalotrin	Antagonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina + Modulador del canal de sodio	1	0	1
Total	-	3	1	4

**4.7.4. Control químico en San Nicolás - Lote 7**

Al realizar el análisis para las variedades súper chola, capiro y violeta (Tabla 10), se determinó que no existe una diferencia significativa entre los I.A y las etapas fenológicas del cultivo ( $\chi^2=0.2615$ , GL=3).

**Tabla 10***Tabla de contingencia San Nicolas - etapa fenológica*

Estadístico	Valor	GL	$\chi^2$
Chi Cuadrado Pearson	4.00	3	0.2615

En San Nicolás se realizaron cuatro aplicaciones de las cuales el 50 % se dio en Emergencia y el otro 50 % en el Desarrollo Vegetativo1, los insecticidas Acephate y Profenofos se aplicaron una sola vez durante el Desarrollo Vegetativo1 mientras que en Emergencia se aplicó el fungicida Dimethomorph y el insecticida Malathion una sola vez cada uno (Tabla 11). Las aplicaciones solo se realizaron durante la emergencia y el Desarrollo Vegetativo 1, debido a que el productor decidió dar por perdido el lote.

**Tabla 11**

*Frecuencia absoluta por filas localidad San Nicolás Lote 7*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Emergencia	Desarrollo vegetativo 1	Total
Acephate	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	0	1	1
<u>Dimethomorph</u>	Biosíntesis de la pared celular	1	0	1
Malathion	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	1
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	0	1	1
Total	-	2	2	4

#### **4.7.5. Control químico en Ugshapungo**

Mediante el análisis realizado, correspondiente a la localidad de Ugshapungo (Tabla 12), se determinó que no existe una diferencia significativa entre los I.A y las etapas fenológicas del cultivo ( $\chi^2 = 0.9432$ , GL=210). Se tuvo un total de 63 aplicaciones, en las cuales el 38% se dio en Desarrollo vegetativo 1, 22% en Prefloración, 17% en Floración, 10% en Desarrollo vegetativo 2, 10 % en Emergencia y 3% en tuberización.

**Tabla 12**

*Tabla de contingencia Ugshapungo*

Estadístico	Valor	GL	$\chi^2$
Chi Cuadrado Pearson	178.61	210	0.9432

#### 4.7.5.1. Lote 3

En la tabla 11 se puede observar que este Lote se realizó un total de 10 aplicaciones de las cuales el 60% se dio en Prefloración, 20% en Desarrollo vegetativo 1 y 20% en Floración, el insecticida más empleado fue Methomil el cual se utilizó tanto en Desarrollo vegetativo 1, Prefloración y Floración una sola vez, seguido por el insecticida Acephate y el fungicida Mancozeb + Cynoxanil los cuales se aplicaron en dos ocasiones durante la Prefloración al, los insecticidas Profenofos y Fipronil se utilizaron una sola vez durante Emergencia y Prefloración respectivamente y el fungicida Thiophanate methyl se empleó una sola ve durante la Floración (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 3*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Desarrollo vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Prefloración	Floración	Total
Acephate	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	0	0	2	0	2
Fipronil	Bloqueadores de los canales de cloro regulados por GABA	0	0	1	0	1
<u>Mancozeb + Cynoxanil</u>	Afecta la respiración mitocondrial + inhibe la respiración del patógeno	0	0	2	0	2
Methomil	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	1	1	3
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	0	0	1
<u>Thiophanate methyl</u>	Interfiriere la división celular	0	0	0	1	1
Total	-	2	0	6	2	10

#### 4.7.5.2. Lote 4

En la tabla 14 se puede observar que en el Lote 4 se tuvo un total de 11 aplicaciones en las cuales 2 fueron con insecticidas y 9 con fungicidas. Los insecticidas Methomil y Profenofos

se aplicaron una sola vez durante la etapa de Floración. El fungicida más utilizado fue Mancozeb + Cymoxanil el cual se utilizó tanto en Emergencia, Desarrollo vegetativo 2, Floración y Tuberización una sola vez, seguido por Mancozeb el cual se utilizó una vez en Prefloración y dos en Floración (Tabla 14). Los fungicidas Propanocarb y Propineb + Cynoxanil se aplicaron una sola vez durante la Floración siendo esta etapa la que mayor control químico tuvo ya que se tuvo cinco controles con fungicidas y dos con insecticidas.

**Tabla 14**

*Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Emergencia	Desarrollo vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Prefloración	Floración	Tuberización	Total
<u>Mancozeb +</u>	Afecta la respiración mitocondrial + inhibe la respiración del patógeno	1	0	1	0	1	1	4
<u>Cynoxanil</u>								
<u>Mancozeb</u>	Afecta la respiración mitocondrial	0	0	0	1	2	0	3
Methomil	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	0	0	0	0	1	0	1
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	0	0	0	0	1	0	1
<u>Propanocarb</u>	Afecta la permeabilidad de la membrana celular	0	0	0	0	1	0	1
<u>Propineb + Cynoxanil</u>	Evita la germinación de las conidias + Inhibe la respiración del patógeno	0	0	0	0	1	0	1
Total	-	1	0	1	1	7	1	11

#### **4.7.5.3. Lote 5**

En la tabla 15 se observa que en este Lote 5 se realizaron en total cinco aplicaciones de las cuales el 80% se dio en el Desarrollo vegetativo 1 y 20% en Prefloración. Los insecticidas Fipronil y Profenofos se emplearon una sola vez durante el Desarrollo vegetativo 1 al igual que los fungicidas Dimethomorph y Thiophanate methyl, en cambio en la Prefloración se utilizó el fungicida Difenconazol una sola vez.

**Tabla 15***Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 5*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Desarrollo vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Prefloración	Total
	Biosíntesis de esterol				
<u>Difenoconazol</u>	en las membranas celulares	0	0	1	1
<u>Dimethomorph</u>	Biosíntesis de la pared celular	1	0	0	1
Fipronil	Bloqueadores de los canales de cloro regulados por GABA	1	0	0	1
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	0	1
<u>Thiophanate methyl</u>	Interfiriere la división celular	1	0	0	1
Total	-	4	0	1	5

**4.7.5.4. Lote 6**

En la tabla 16 se indica que el Lote 6 tuvo un total de 14 aplicaciones de las cuales 4 fueron con insecticidas y 10 con fungicidas. El insecticida más utilizado fue Methomil el cual se empleó tanto en Emergencia, Desarrollo vegetativo 1 y Tuberización una sola vez, en cambio Profenofos solo se utilizó una vez durante el Desarrollo vegetativo 1. El fungicida más utilizado fue Mancozeb + Cynoxanil el cual se empleó en dos ocasiones en el Desarrollo vegetativo 1 y una sola vez en Desarrollo vegetativo 2 y Floración, a este le sigue Propineb + Cynoxanil el cual se utilizó tanto en Emergencia, Desarrollo vegetativo 1 y Prefloración una sola vez. Los otros fungicidas Mancozeb y Propanocarb se utilizaron una sola vez durante el Desarrollo vegetativo 1 y Desarrollo vegetativo 2 respectivamente.

**Tabla 16***Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 6*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Emergencia	Desarrollo		Prefloración	Floración	Tuberización	Total
			vegetativo 1	vegetativo 2				
<u>Mancozeb + Cynoxanil</u>	Afecta la respiración mitocondrial + inhibe la respiración del patógeno	0	2	1	0	1	0	4
<u>Mancozeb</u>	Afecta la respiración mitocondrial	0	1	0	1	0	0	2
Methomil	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	1	0	0	0	1	3
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	0	1	0	0	0	0	1
<u>Propanocarb</u>	Afecta la permeabilidad de la membrana celular	0	0	1	0	0	0	1
<u>Propineb + Cynoxanil</u>	Evita la germinación de las conidias + Inhibe la respiración del patógeno	1	1	0	1	0	0	3
Total	-	2	6	2	2	1	1	14

#### 4.7.5.5. Lote 8

La tabla 17 nos indica que en el Lote 8 se tuvo un total de 8 aplicaciones de las cuales el 50 % fue con insecticidas y el otro 50% fue con fungicidas. Los insecticidas solo se aplicaron durante el Desarrollo vegetativo 1, Methomil se aplicó en dos ocasiones mientras que Bifentrin y Profenofos se aplicaron una sola vez. Los fungicidas Mancozeb y Thiophanate methyl se emplearon una sola vez durante el Desarrollo vegetativo 1, por otro lado, Mancozeb + Cynoxanil y Dimethomorph se utilizaron una sola vez en el Desarrollo vegetativo 2 y Prefloración respectivamente.

**Tabla 17***Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 8*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Desarrollo vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Prefloración	Total
Bifentrin	Modulador del canal de sodio	1	0	0	1
<u>Dimethomorph</u>	Biosíntesis de la pared celular	0	0	1	1
<u>Mancozeb + Cynoxanil</u>	Afecta la respiración mitocondrial + inhibe la respiración del patógeno	0	1	0	1
<u>Mancozeb</u>	Afecta la respiración mitocondrial	1	0	0	1
Methomil	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	2	0	0	2
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	0	1
<u>Thiophanate methyl</u>	Interfiriere la división celular	1	0	0	1
Total	-	6	1	1	8

**4.7.5.6. Lote 9**

En la tabla 18 se observa que el Lote 9 tuvo un total de 7 aplicaciones de las cuales cinco se dieron durante el Desarrollo vegetativo 1 y dos en la Prefloración. El insecticida Methomil se utilizó tanto en Desarrollo vegetativo 1 y Prefloración una sola vez, en cambio los insecticidas Cypermethin y Profenofos solo se utilizaron en el Desarrollo vegetativo 1 una sola vez. Los fungicidas Carbendazim + Tebuconazole y Propineb + Cynoxanil se aplicaron una sola vez en el Desarrollo vegetativo 1, el fungicida Mancozeb se utilizó una sola vez durante la Prefloración.

**Tabla 18***Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 9*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Desarrollo vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Prefloración	Total
<u>Carbendazim</u> + <u>Tebuconazole</u>	Inhibe el desarrollo de los tubos germinativos + Biosíntesis de esterol en las membranas celulares	1	0	0	1
Cypermethin	Moduladores del canal de sodio	1	0	0	1
<u>Mancozeb</u>	Afecta la respiración mitocondrial	0	0	1	1
Methomil	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	1	2
Profenofos	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	0	1
<u>Propineb</u> + <u>Cynoxanil</u>	Evita la germinación de las conidias + Inhibe la respiración del patógeno	1	0	0	1
Total		5	0	2	7

#### **4.7.5.7. Lote 10**

La tabla 19 nos indica que en el lote 10 se tuvo un total de 8 aplicaciones de las cuales el 50% fue con insecticidas y el otro 50% con fungicidas. El insecticida Thiamethoxan + Lambdacihalotrin se empleó tanto en Emergencia como en Floración una sola vez, mientras que Malathion y Fipronil se aplicaron una sola vez en Emergencia y Desarrollo vegetativo 1 respectivamente. Los fungicidas Carbendazim + Tebuconazole y Difenconazol se aplicaron una sola vez Desarrollo vegetativo 1 a diferencia de Mancozeb + Cynoxanil el cual se aplicó tanto en Emergencia como en Prefloración una sola vez.

#### **Tabla 19**

*Frecuencia absoluta por filas localidad Ugshapungo Lote 9*

Ingrediente Activo	Modo de acción	Emergencia	Desarrollo	Desarrollo	Prefloración	Floración	Total
			vegetativo 1	vegetativo 2			
	Inhíbe el desarrollo de los tubos germinativos + Biosíntesis de esterol en las membranas celulares						
<u>Carbendazim + Tebuconazole</u>	Biosíntesis de esterol en las membranas celulares	0	0	1	0	0	1
<u>Difenoconazol</u>	Biosíntesis de esterol en las membranas celulares	0	0	1	0	0	1
Fipronil	Bloqueadores de los canales de cloro regulados por GABA	0	1	0	0	0	1
Malathion	Inhibidores de la acetilcolinesterasa	1	0	0	0	0	1
<u>Mancozeb + Cynoxanil</u>	Afecta la respiración mitocondrial + inhibe la respiración del patógeno	1	0	0	1	0	2
Thiamethoxan + Lambdacihalotrin	Antagonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina + Modulador del canal de sodio	1	0	0	0	1	2
Total		3	1	2	1	1	8

#### 4.7.6. Resumen de Control químico

En la tabla 20 se indica el promedio de aplicaciones de los insecticidas utilizados en Cotacachi a lo largo de la investigación, en la cual se puede observar que la localidad de Ugshapungo es la que presenta mayor variedad de productos químicos a comparación de las demás. Existen varios I.A que se repiten entre localidades como lo es Thiamethoxan + Lambdacihalotrin que está presente en Tunibamba, Chilcapamba y Ugshapungo, Diafenthiuron

que se encontró en Tunibamba y Chilcapamba, Acephate, Malathion y Profenofos en San Nicolás y Ugshapungo.

**Tabla 20**

*Promedio de aplicaciones en Cotacachi*

Ingrediente Activo	Tunibamba	Chilcapamba	San Nicolás	Ugshapungo
Diafenthiuron	1	2	-	-
Thiamethoxan + Lambdacihalotrin	2	1	-	2
Acephate	-	-	1	2
Malathion	-	-	1	1
Profenofos	-	-	1	1
Fipronil	-	-	-	3
Methomil	-	-	-	2
Bifentrin	-	-	-	1
Cypermethin	-	-	-	1

Para las localidades de Cotacachi se estima que el bajo control de *B. cockerelli* S. es debido a la falta de conocimiento en el manejo de productos químicos y equipos, para Avilés et al. (2002) las deficiencias son causadas por la mala calibración, escasa cobertura de aplicación, mal estado de los equipos y mal manejo, lo cual conlleva a la contaminación del medio. De los ingredientes activos utilizados en la presente investigación Cuesta et al. (2021) menciona que siete de los mismos son utilizados para el control de *B. cockerelli* S. en sus distintos estadios de vida.

El ingrediente activo Thiamethoxan cuyo modo de acción es ser antagonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina, perteneciente al grupo químico 4A que es el de los Neonicotinoides (Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas [IRAC], 2020), fue utilizado en las localidades de Tunibamba, San Nicolás y Ugshapungo, según Szczepaniec et al. (2019) este producto es útil para controlar ninfas de *B. cockerelli* S. en cultivos de papa, sin embargo esta plaga puede generar resistencia rápidamente a este producto por lo cual a su vez recomiendan diversificar su rotación e incluir tácticas para suprimir al Psílido y disminuir la dependencia de productos químicos para el control de plagas. Rubio et al. (2013) recomiendan que su uso se haga desde el momento de la siembra.

El uso de Diafenthiuron ayuda a reducir la cantidad de ovipositoras, ninfas y adultos de *B. cockerelli* S. además de controlar la presencia de ácaros y mosca blanca en distintos cultivos (SYNGENTA, 2021), este producto pertenece al grupo químico 12A los cuales son inhibidores de la ATP sintasa mitocondrial lo cual interfiere en la respiración (IRAC, 2020).

En la investigación realizada por Craggolini et al. (1999), mencionan que el uso de Acephate durante el estadio de oviposición de *Listronotus dauci* (Br  thes) (Coleoptera: Curculionidae) ayuda a tener una eficiencia de control de 69%, este producto químico de los Organofosforados 1B, su modo de acción es el de inhibir la acetilcolinesterasa. Además este producto es utilizado para el control de Polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* Povoln  y) en papa y Gusano cogollero (*Tuta absoluta* Meyrick) en tomate ri  n (ADAMA, 2016). Cuesta et al. (2021) recomiendan el uso de Acephate para el control de adultos de *B. cockerelli* S.

En la investigación realizada por Espino et al. (2015) se observa el uso de Malathion y Bifenthrin para el control de poblaciones de *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de zarzamora *Rubus* sp. en el Malathion llego a inducir una mortalidad del 80% y Bifenthrin un 26 % en adultos de *Amorbia* sp. Malathion pertenece al grupo 1B que es el de los Organofosforados en el cual el modo de acción es el de Inhibir la acetilcolinesterasa, en cambio Bifenthrin pertenece al grupo 3A de los Piretroides, su modo de acción es modulador del canal de sodio (IRAC, 2020). Cabe indicar que Malathion pertenece a la categoría toxicológica III, medianamente toxico, y se lo considera muy toxico para organismos acuáticos (ADAMA, 2015).

La investigación de Cerna et al. (2012) realizada en cultivos de papa del municipio de Arteaga – México dio a conocer que Profenofos llega a producir una mortalidad del 100% en *B. cockerelli* S. a una concentración de 1200 ppm (partes por mill  n), a su vez mencionan que con el uso de Bifenthrin a una concentración de 180 ppm se puede producir una mortalidad del 79%.

Por otro lado, Vega et al. (2020) afirma que el uso de Profenofos a una concentración de 22.45 ppm llega a presentar una mortalidad del 50% en poblaciones de *B. cockerelli* S. recalando que es más letal para su estadio como adulto, a su vez Cerna et al. (2013) observaron que las ninfas pueden generar resistencia. Profenofos es un insecticida perteneciente al grupo

1B de los Organofosforados, su modo de acción es el de inhibir la acetilcolinesterasa (IRAC, 2020).

Methomil es un insecticida perteneciente al grupo 1A que es el de los Carbamatos, su modo de acción es inhibir la acetilcolinesterasa, Dávila et al. (2012) en su investigación realizada en cultivos de papa el estado de Coahuila, México, mencionan que *B. cockerelli* S. puede llegar a generar resistencia a este producto además de que presenta problemas de cototoxicidad a aplicarse con otros productos de su mismo grupo químico.

Fipronil pertenece al grupo 2B del Fenilpirazol (Fiproles) los cuales son bloqueadores de los canales de cloro regulados por el ácido aminobutírico (GABA) en las neuronas (IRAC, 2020). Sin embargo, Rubio et al. (2013) no recomienda su uso para control de *B. cockerelli* S. debido a su bajo efecto residual, sin embargo, Gentile et al. (2004) da a conocer que fipronil llega a disminuir en un 65% la población de ninfas de *Triatoma infestans* (Klug).

Cerna et al. (2013) indican que el uso de Cypermethin en distintas zonas de producción de papa del estado de Coahuila, México no muestra indicios de generar resistencia cuando es aplicado para el control de ninfas de *B. cockerelli* S. a una dosis de 257 ppm, esto debido a que el producto se utiliza generalmente cuando se tiene presencia de *B. cockerelli* S. y *Phthorimaea operculella* (Zeller) por lo que es de potencial reducido para generar resistencia. Además, Vega et al. (2020) indica que este producto presenta escasa selectividad, por lo cual su uso puede afectar a enemigos naturales como es el caso de *Tamarixia triozae* (Burks) Este producto pertenece al grupo 3A que es el de los Piretroides, su modo de acción es modulador del canal de sodio (IRAC, 2020).

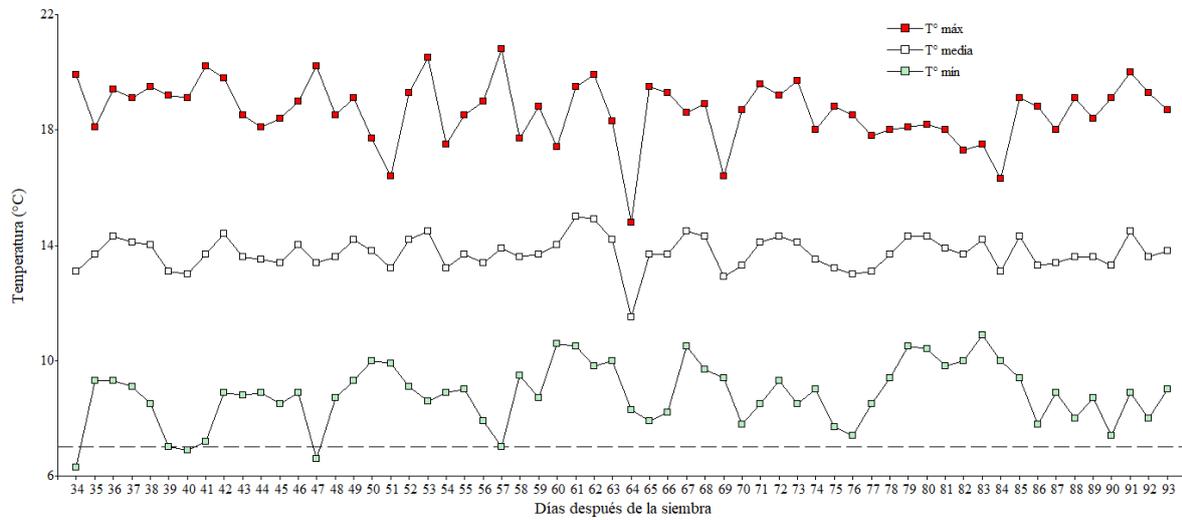
## **4.8. Temperatura y Precipitación**

### **4.8.1. Tunibamba**

En la localidad de Tunibamba la temperatura máxima diaria fue de 20 °C, la cual se presentó a los 41, 47, 53 y 57 días después de la siembra (DDS), los cuales corresponden a la etapa de Desarrollo Vegetativo 1, en cambio la temperatura mínima diaria fue de 6 °C la cual se registró a los 34, 40, 47 y 57 DDS (Figura 48), los cuales se encuentran entre la Emergencia y el Desarrollo Vegetativo 1, en estas etapas se puede apreciar que a pesar de llegar a tener temperaturas menores de hasta 6°C, no se tiene una influencia sobre la cantidad de huevos, ninfas y adultos, el aumento que se dio entre la etapa de Emergencia a Desarrollo Vegetativo 1 fue de 48 a 771, 0 a 25 y 0 a 46 para los estadios de huevo, ninfa y adulto respectivamente.

**Figura 48**

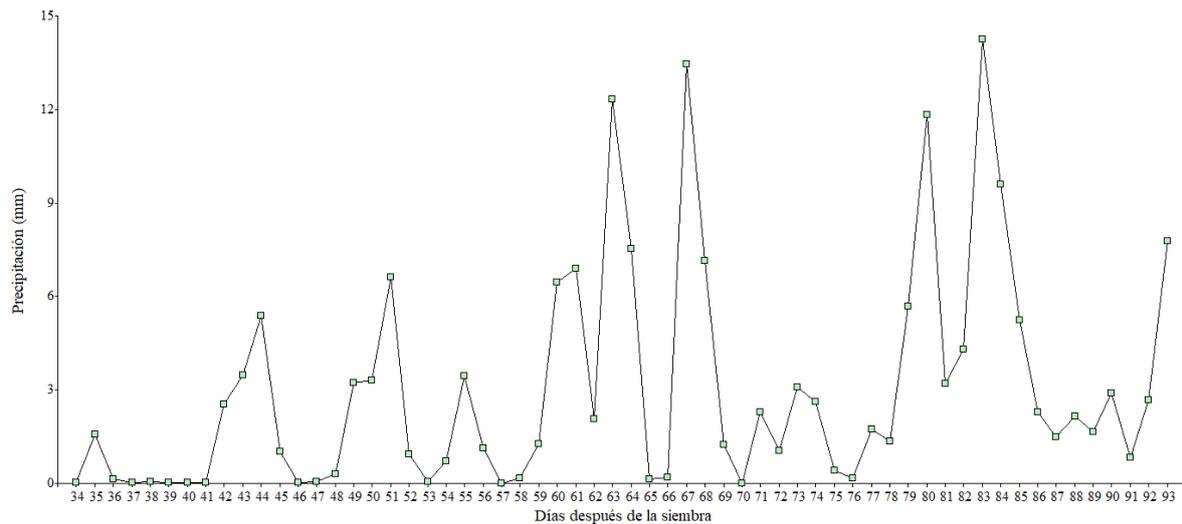
*Variación diaria de temperatura en la localidad de Tunibamba*



En cambio, los datos de mayor precipitación se presentaron a los 63, 67, 80 y 83 DDS (Figura 49), los cuales corresponde a las etapas de Desarrollo Vegetativo 1 y Prefloración, en ellas se pudo determinar que la a mayor precipitación se reduce la presencia de *B. cockerelli* S. la cantidad de individuos que disminuyo entre estas etapas fue de 260, 170 y 63 huevos, ninfas y adultos respectivamente.

**Figura 49**

*Variación de precipitación diaria en la localidad de Tunibamba*



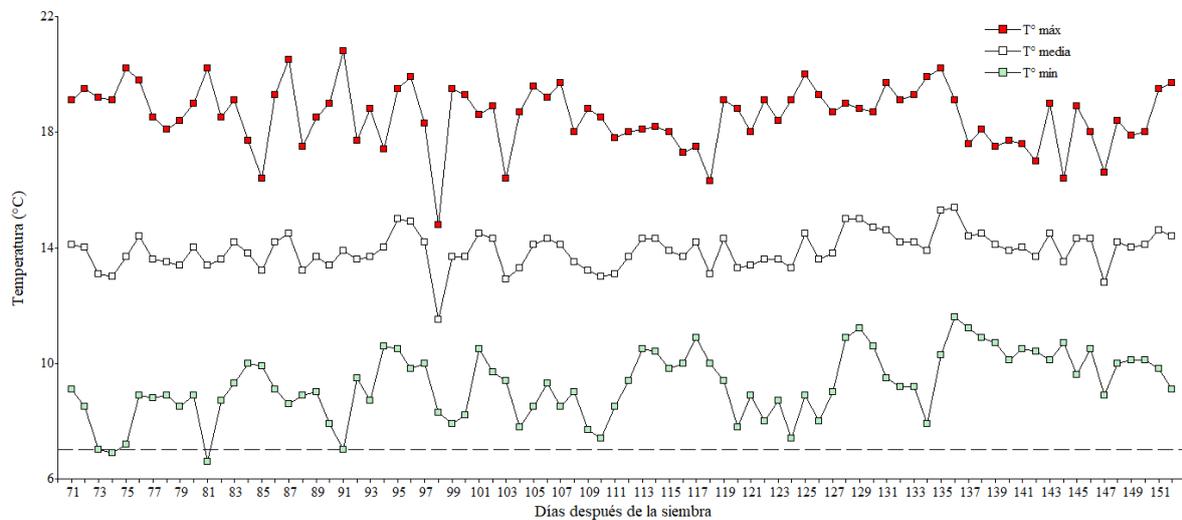
#### 4.8.2. Chilcapamba

En Chilcapamba la temperatura máxima diaria fue de 20 °C, la cual se presentó a los 75, 81, 87 y 91 DDS, los cuales corresponden a las etapas de Desarrollo Vegetativo 1 y 2, en

cambio la temperatura mínima diaria fue de 6 °C la cual se registró a los 73, 74, 81 y 91 DDS (Figura 50), los cuales corresponden a las mismas etapas antes mencionadas, en estas etapas se observa que a pesar de llegar a tener temperaturas de hasta 6°C, no se tiene una influencia sobre la cantidad de huevos y ninfas, el aumento obtenido entre el Desarrollo Vegetativo 1 al 2 fue de 22 a 739, 12 a 92 para los estadios de huevo y ninfa, sin embargo no se tuvo presencia alguna de adultos durante el Desarrollo Vegetativo 1.

**Figura 50**

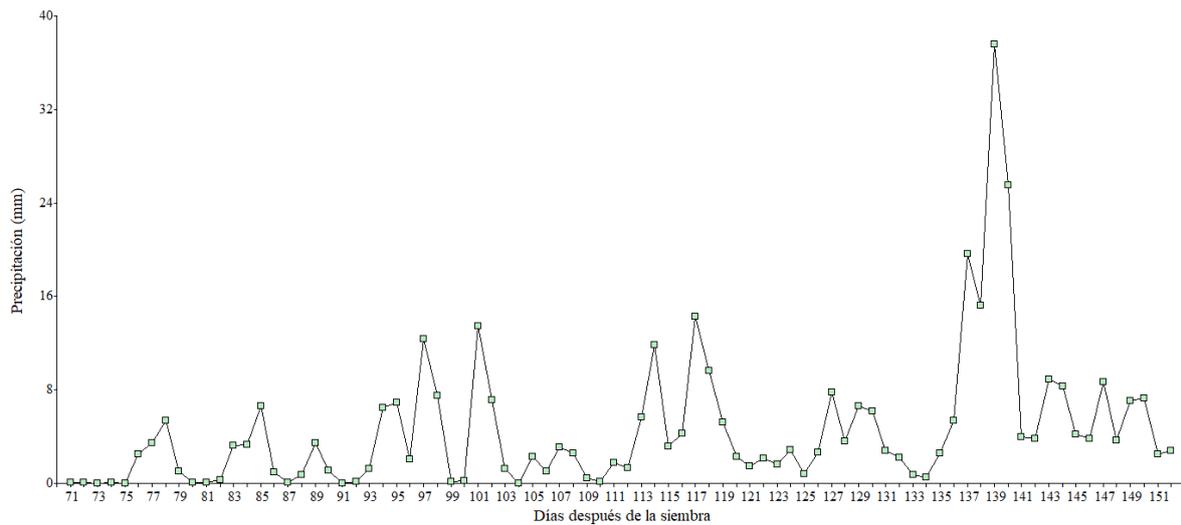
*Variación diaria de temperatura en la localidad de Chilcapamba*



Los datos de precipitación de esta localidad alcanzaron los 37 mm (Figura 51), que es durante la etapa de Prefloración, al compararlo con los datos de obtenidos en su anterior etapa que es la de Desarrollo Vegetativo 2 se puede apreciar que hubo una influencia de la precipitación obre la cantidad de ninfas y adultos, esta se vio reducida en 20 y 93 individuos respectivamente, sin embargo, la cantidad de huevos se mantuvo de manera relativamente similar, teniendo un ligero incremento de 10 huevos.

**Figura 51**

*Variación diaria de precipitación en la localidad de Chilcapamba*

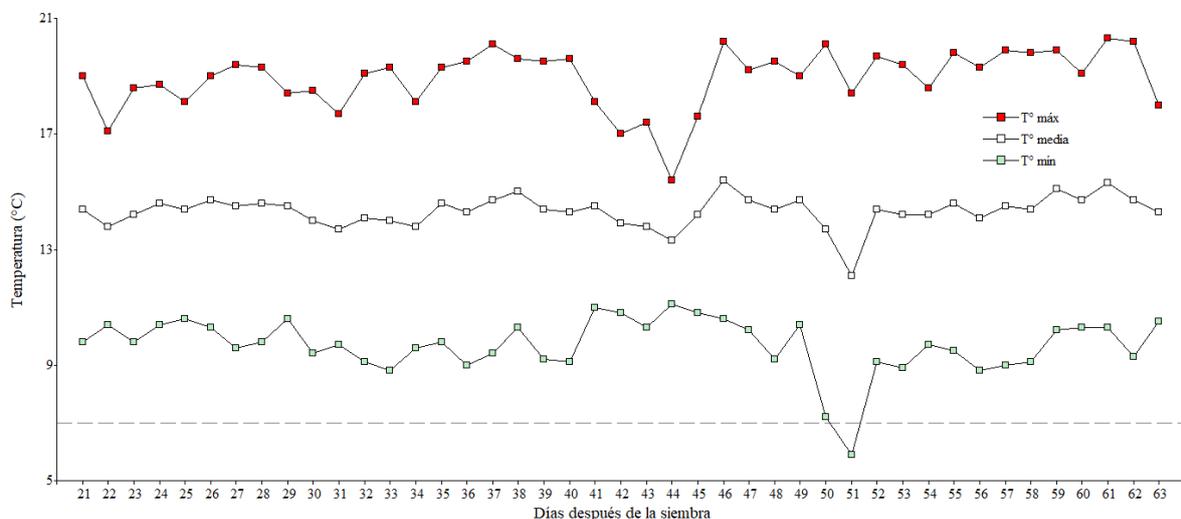


### 4.8.3. San Nicolás

En San Nicolás la temperatura máxima diaria fue de 20 °C, la cual se registró 37, 46, 61 y 62 DDS, los cuales corresponden a las etapas de Emergencia y Desarrollo Vegetativo 1, en cambio la temperatura mínima diaria fue de 6 °C la cual se registró a los 33, 50, 51 y 56 (Figura 52), los cuales corresponden a las mismas etapas antes mencionadas, en estas etapas se determinó que a pesar de llegar a tener temperaturas de hasta 6°C, no se afecta la cantidad de huevos, ninfas y adultos, en las etapas de Emergencia a Desarrollo Vegetativo 1 ocurrieron aumentos de 38 a 334, 0 a 51 y 10 a 15 para los estadios de huevo, ninfa y adulto respectivamente. Sin embargo, esta afirmación se encuentra a discusión ya que en esta localidad solo se tienen evaluadas solo dos etapas fenológicas.

**Figura 52**

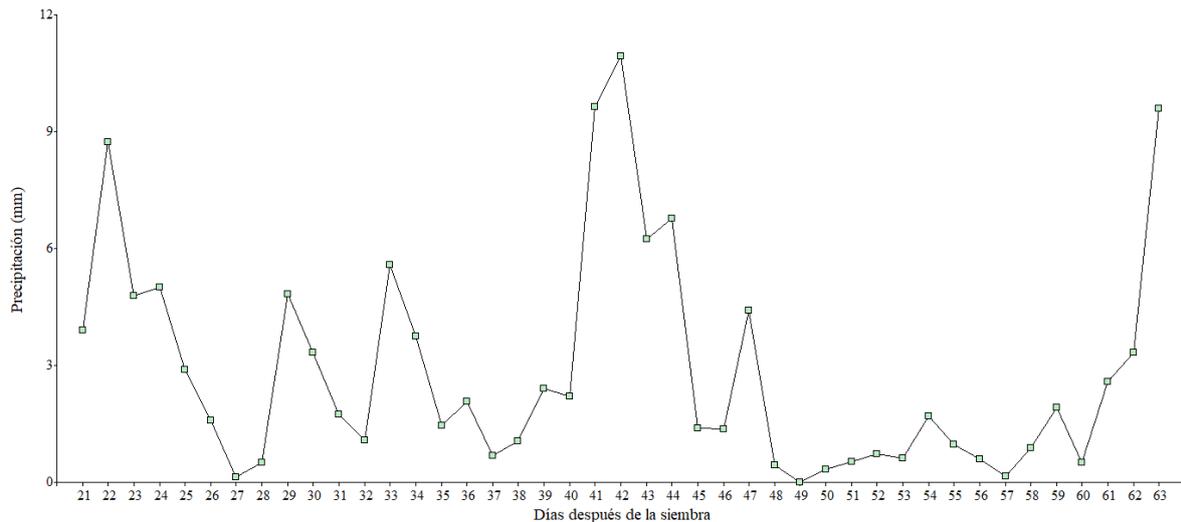
*Variación diaria de temperatura en la localidad de San Nicolás*



Los datos de precipitación de San Nicolás alcanzaron los 11 mm los cuales se presentaron a los 22, 41, 42 y 63 DDS (Figura 53), esto ocurre en Emergencia y Prefloración, la cantidad de huevos, ninfas y adultos que se presentarían como diferencia entre estas etapas es similar a lo detallado en la temperatura de San Nicolás ya que esta localidad no presento mayor cantidad de observaciones.

**Figura 53**

*Variación diaria de precipitación en la localidad de San Nicolás*



#### 4.8.4. Ugshapungo

Los datos de temperatura y precipitación de la localidad de Ugshapungo al ser una cantidad extensa se optó por dividirlos en dos etapas en las cuales su comienzo se dará según el a partir de los 30 DDS, la primera va desde el 19 de septiembre al 27 de diciembre de 2019, y la segunda va desde 15 de noviembre de 2019 al 6 de marzo de 2020, en ella se tienen los lotes 3, 4 y 5.

Para la primera parte en la (Figura 54) se indica que la temperatura máxima diaria fue de 20 °C, la cual se registró a los 33, 37, 81 y 128 DDS. En cambio, la temperatura mínima diaria fue de 7 °C la cual se registró 37, 50, 55 y 56 DDS.

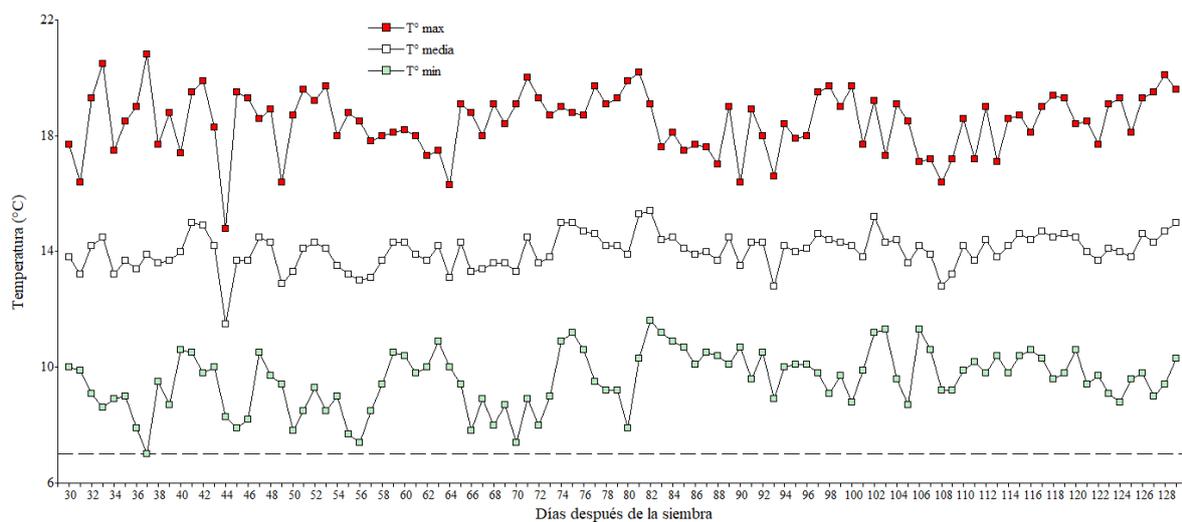
Con respecto al Lote 3 las temperaturas mostradas anteriormente de registraron durante Desarrollo Vegetativo 1, Prefloración y Tuberización, en ellas se pudo apreciar que hubo una disminución en el número de huevos y adultos el cual fue de 16 a 4 y 29 a 6 respectivamente, no hubo presencia de ninfas en las etapas de Desarrollo Vegetativo 1, Prefloración. En el Lote

4 las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron en las etapas de Emergencia, Desarrollo Vegetativo 2 y Tuberización, se pudo observar que se la cantidad de huevos se mantuvo de manera similar entre el, Desarrollo Vegetativo 2 y Tuberización, sin embargo, la presencia de adultos se vio afectada entre la Emergencia y Desarrollo Vegetativo 2 siendo esta etapa en la que se registró la temperatura mínima, se dio una disminución de 35 adultos. No hubo presencia de ninfas en las etapas de Emergencia y Desarrollo Vegetativo 2.

En el lote 6 las temperaturas máximas y mínimas fueron obtenidas durante la etapa de Emergencia y Prefloración, entre ellas se pudo observar aumentos de 0 a 6 y de 0 a 2 en huevos y ninfas respectivamente. Sin embargo, la cantidad de adultos no se vio disminuida entre la Emergencia a Prefloración.

**Figura 54**

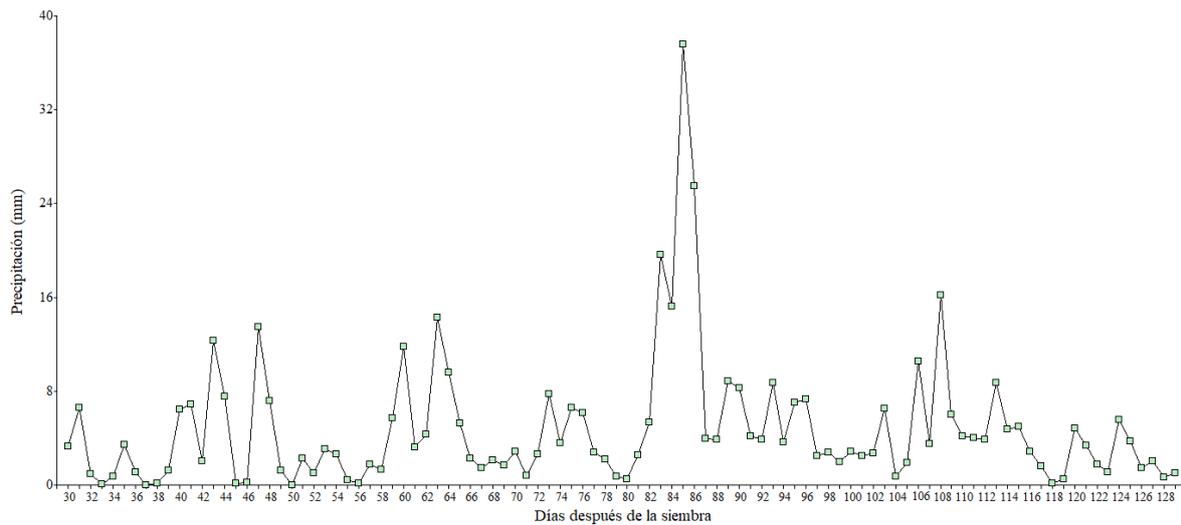
*Variación diaria de temperatura en la localidad de Ugshapungo parte 1*



Por otra parte, los datos de precipitación alcanzaron los 37 mm, además se pudo observar que hubo días en los que la precipitación fue cero (Figura 55), en esta localidad no se presenta gran influencia de la precipitación sobre la presencia de *B. cockerelli* S. ya que en los datos que se observan en las partes de mayor precipitación, coinciden con lo detallado sobre la temperatura para la primera parte de esta localidad.

**Figura 55**

*Variación diaria de precipitación en la localidad de Ugshapungo parte 1*



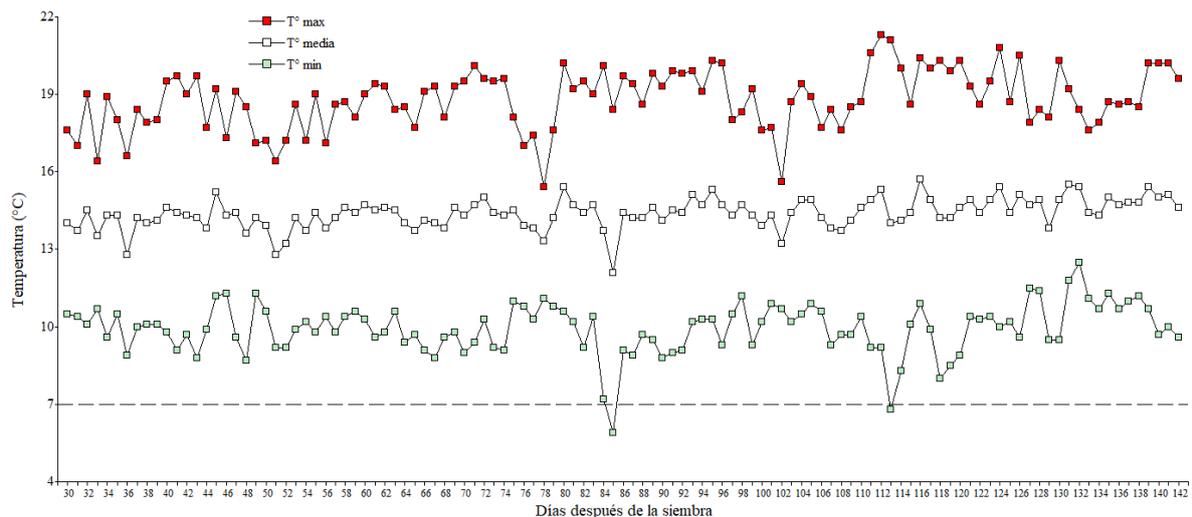
En cambio, para la segunda parte de Ugshapungo se tomaron en cuenta los lotes 6, 8, 9 y 10, se indica que la temperatura máxima diaria fue de 21 °C, la cual se registró a los 111, 112, 113 y 124 DDS. En cambio, la temperatura mínima diaria fue de 5 °C la cual se registró 84, 85, 113 y 118 (Figura 56).

En el Lote 6 las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron en Prefloración y Tuberización, en ellas la cantidad de ninfas se mantuvo de manera similar mientras que la presencia de huevos se vio reducida en 5 entre Prefloración y Tuberización, a su vez entre estas etapas la cantidad de adultos aumento en 24. Por otro lado, en el Lote 8 las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron en Desarrollo Vegetativo 1 y 2, en ellas se pudo observar que la cantidad de ninfas y adultos se vio ligeramente aumentada en un individuo cada una, mientras que la cantidad de huevos se mantuvo de forma similar.

En el Lote 9 las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron entre Desarrollo Vegetativo 1 y 2, se pudo observar una ligera variación en la cantidad de huevos ninfas y adultos, la cual fue de 4 a 7, 1 a 2 y 14 a 13 respectivamente. Mientras que en el Lote 10 las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron durante la Emergencia y Desarrollo Vegetativo 2, en ellas se pudo apreciar que no se registró presencia de ninfas, mientras que la cantidad de huevos y adultos aumento de 0 a 5 y de 5 a 7 respectivamente.

### **Figura 56**

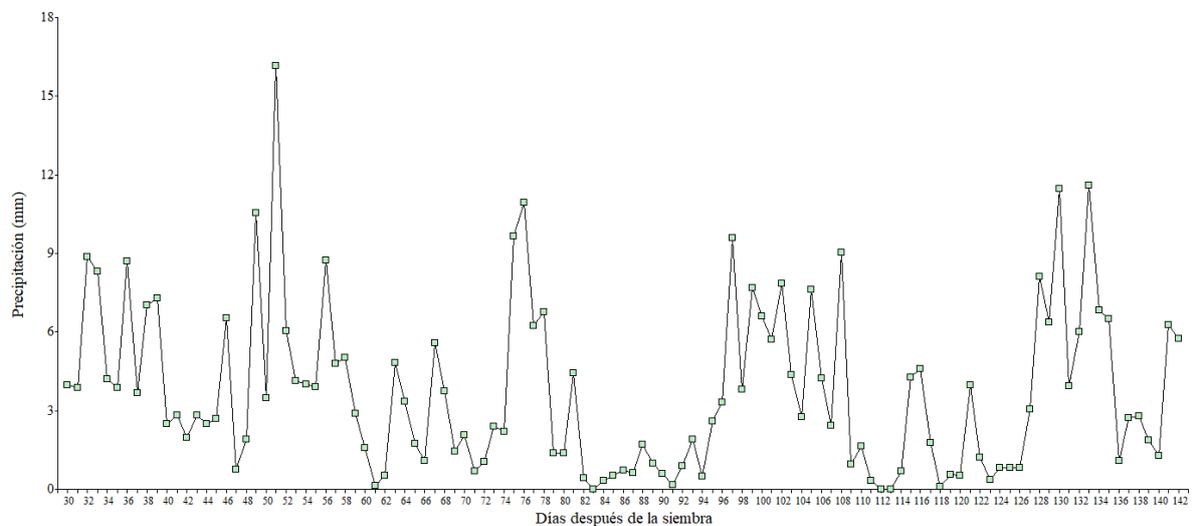
*Variación diaria de temperatura en la localidad de Ugshapungo parte 2*



Los datos de precipitación para la segunda parte de Ugshapungo alcanzaron los 16 mm (Figura 57), incluso en hubo días en los que la precipitación fue de cero, de igual manera que en la primera parte de precipitación para esta localidad, no se tiene gran influencia de la precipitación sobre los estadios de vida de *B. cockerelli* S.

**Figura 57**

*Variación diaria de precipitación en la localidad de Ugshapungo parte 2*



Según la información aportada por Capinera (2001), se indica que el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de *B. cockerelli* S. va de los 21 a 27 °C, la ovoposición, eclosión y supervivencia de sus estadios de vida se ve reducida al tener 32 °C y estas se suprimen a los 35 °C (Abdullah, 2008; Yang y Liu, 2009). Por lo antes expresado se determina que en la presente investigación no se tuvo la temperatura óptima para el desarrollo del insecto ya que las máximas temperaturas registradas fueron de 20 °C para Tunibamba, Chilcapamba y San Nicolás y de 21 en Ugshapungo sin embargo esta última temperatura se observó una sola vez.

En un ensayo realizado por Henne et al. (2010) determinaron que los adultos y ninfas de *B. cockerelli* S. son tolerantes al frío, las ninfas pueden soportar temporalmente temperaturas de -15°C y los adultos hasta los -10°C durante un tiempo de 24 horas.

Cabe indicar que existen estudios en los cuales se ha demostrado que *B. cockerelli* S. puede adaptarse a climas templados e incluso sus poblaciones pueden migrar por cambios climáticos que puedan presentarse durante el año (Cranshaw, 2001).

La precipitación influye significativamente en la presencia de insectos, por el efecto físico de lavado y ahogamiento lo cual reduce el número de individuos (Baltazar, 2016). Por otro lado, Gutierrez et al. (2020) mencionan que en los días de menor precipitación el movimiento de *B. cockerelli* S. hacia los cultivos de papa aumenta, además dan a indicar que se aumente el riego en los cultivos se produce un efecto negativo en las poblaciones del psílido, no obstante, en la presente investigación no se puso un mayor énfasis en determinar el efecto de la temperatura y precipitación sobre la población de *B. cockerelli* S. ya que como lo mencionan Gutierrez et al. (2020) y Lewis (2014) es difícil determinar qué efecto de los factores ambientales sobre la población de este insecto en condiciones de campo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se pudo determinar mediante el monitoreo directo, que existe presencia huevos y ninfas de *B. cockerelli* S. en los lotes de producción de papa del cantón Cotacachi, en los cuales el nivel de infestación alcanzo un máximo de 220 y 102 Tunibamba, 88 y 37 Chilcapamba, 41 y 9 San Nicolás, 85 y 12 Ugshapungo huevos y ninfas por planta respectivamente. Se observó que en la etapa de emergencia no se tuvo presencia de ninfas.
- El uso de trampas amarillas fue efectivo para capturar y determinar de presencia de adultos de *B. cockerelli* S. en cultivo de papa, siendo Tunibamba la localidad que mayor presencia de adultos tuvo, encontrándose hasta 100 adultos por trampa.
- En el manejo se realizaron labores aporque y deshierbes, además se pudo observar que se utilizaron 9 insecticidas, para realizar un total de 36 aplicaciones en el cantón, de las cuales 27 se ocurrieron en Ugshapungo, en cambio Tunibamba, Chilcapamba y San Nicolás tuvieron tres aplicaciones cada uno. En estas aplicaciones se pudo identificar 5 cinco modos de acción de los productos.
- Al contabilizar la entomofauna presente en el cultivo se pudo determinar que existe la presencia de los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera y Phasmatodea.
- En todos los lotes se presentaron temperaturas, menores a 7 °C las cuales se encuentran por debajo del umbral para el desarrollo de *B. cockerelli* S. A su vez, hubieron temperaturas que alcanzaron hasta los 21 °C, siendo las temperaturas de 21 a 27 las óptimas para su desarrollo.

#### 5.2. Recomendaciones

- Se deben realizar el monitoreo en un mayor número de plantas por lote, en especial se debe seleccionar plantas que se encuentren en los bordes del cultivo, para observar de mejor manera la distribución del insecto dentro del cultivo.
- Identificar por especie la entomofauna capturada con red entomológica, con la finalidad de poder determinar posibles enemigos naturales para el control de *B. cockerelli* S.

- Capacitar a los productores sobre el uso correcto de productos químicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, N. (2008). Life history of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research*, 3(1), 60-67.
- ADAMA. (2015). *ADAMA Malathion® 57% EC*.  
[https://www.adama.com/documents/392363/403813/MALATHION+57+EC\\_tcm104-57103.pdf](https://www.adama.com/documents/392363/403813/MALATHION+57+EC_tcm104-57103.pdf)
- ADAMA. (2016). *ADAMA ORTHENE 75%*.  
<https://www.adama.com/colombia/es/agroquimicos/insecticida/orthene>
- Ail-Catzim, C. E., Cerna-Chávez, E., Landeros-Flores, J., Ochoa-Fuentes, Y. M., Rodríguez-González, R. E., y Puente, E. O. (2018). Respuesta Funcional de *Chrysoperla carnea* en ninfas de estadio inicial de *Bactericera cockerelli* S. *Southwestern Entomologist*, 43(3), 723-731.
- AlJabr, A., y Cranshaw, W. (2007). Trapping tomato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae), in greenhouses. *Southwestern Entomologist*, 32(1), 25-30.
- Almeyda, L., Sanchez, S., y Garzon , J. (2008). Vectores causantes de punta morada en Coahuila y Nuevo León. *Agricultura técnica en México*, 32(2), 141-150.
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Primera ed.). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Arce, A. (2002). *El cultivo de la patata* (Vol. 2). Ediciones Mundi Prensa.
- Arribillaga, D. (2013). *Antecedentes Técnicos para el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en la region de Aysen*. Coyhaique: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 272. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39137.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Avilés, G., Garzon , T., Marin, J., y Caro, M. (2002). El psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc); biología y ecología. *Memoria del taller sobre Paratrioza cockerelli Sulc. Como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas*, (pp. 13-19). Culiacán, Sinaloa.
- Baltazar, H. (2016). Factores climáticos que influyen en la diversidad de insectos en *Spartium junceum* L. (Fabales: Fabaceae). *Prospectiva Universitaria*, 13(2), 30-48.
- Barrios, B., Arellano Fuentes, M. E., Vázquez Huerta, G., Barrios Díaz, J. M., Berdeja Arbeu, R., y Hernadez Tapia , M. (2016). Control alternativo de paratriosa (*Bactericera cockerelli* Sulc). en chile serrano (*Capsicum annuum* L.). *Entomología mexicana*, 3, 146-152.

- Bonavia, D. (1993). La papa: apuntes sobre sus orígenes y su domesticación. *Journal de la Société des Américanistes*, 79(1), 173-187.
- Bouzo, C. (2009). *El cultivo de papa en Argentina*, 6-7. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional del Litoral.
- Butler, C., y Trumble, J. (2012). Identification and impact of natural enemies of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 195, 1509–1519.
- Caicedo, J., Crizón, M., Simbaña, L., y Arahana, V. (2015). First report of '*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*' (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador. *New Disease Reports*, 32, 20-23.
- Capinera, J. (2001). *Handbook of vegetable pests*. San diego, CA: Academic Press.
- Carrizo, P. I., y Klasman, R. (2002). Muestreo para el seguimiento poblacional de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) en cultivo de *Dianthus caryophyllus* (Cariophyllaceae) en invernadero. *Entomotropica*, 17(1), 7-14.
- Casaca, Á. (2005). *El cultivo de papa* (1 ed., Vol. 1). (E. Sierra, J. Cruz, y R. Arellano Donaire, Eds.) Costa Rica.
- Castillo, C., Fu, Z., y Burckhardt, D. (2019). First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 1(72), 85-91.
- Castillo, C., Paltrinieri, S., Bustamante, J., y Bertaccini, A. (2018). Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, 1-5.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. (2002). *Cultivo de la papa*. (M. R. Cortez, y G. Hurtado, Eds.)
- Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L., Flores, M., y Landeros, J. (2013). Determinación de la resistencia a insecticidas en cuatro poblaciones del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae). *PHYTON, Revista Internacional de Botánica Experimental*, 82(1), 63-68.
- Cerna, E., Ail, C., Landeros, J., Sanchez, S., Daddi, M., Aguirre, L., y Ochoa, Y. (2012). Comparación de la toxicidad y selectividad de insecticidas para la plaga *Bactericera cockerelli* y su depredador *Chrysoperla carnea*. *Agrociencia*, 46, 783-793.
- Cerna-Chávez, E., Hernández-Bautista, O., Landeros-Flores, J., Aguirre-Uribe, L. A., y 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.

- Cerón, C., Lomeli, R., Rodríguez, E., y Torres, A. (2014). Fecundidad y alimentación de *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) sobre el psílido de la papa *Bactericera cockerelli*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(5), 893-899.
- Chávez, E. C., Bautista, O. H., Flores, J. L., y Fuentes, Y. M. (2013). Cuantificación de enzimas asociadas a la resistencia de insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la zona papera de Coahuila y Nuevo León, México. *Investigación y Ciencia*, 21(59), 5-12.
- Centro Internacional de la Papa. (2013). Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2013/04/0060841-1.pdf>
- Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas. (2020). RAC Mode of Action Classification Scheme.
- Coronado, C. (2012). Aplicación de un modelo fenológico y geográfico para la distribución de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), en el valle del Mantaro. [ tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria la Molina] [https://www.researchgate.net/publication/328463279\\_Aplicacion\\_de\\_un\\_modelo\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_la\\_polilla\\_de\\_la\\_papa\\_Phthorimaea\\_operculella\\_Zeller\\_en\\_el\\_valle\\_del\\_Mantaro](https://www.researchgate.net/publication/328463279_Aplicacion_de_un_modelo_para_el_analisis_de_la_polilla_de_la_papa_Phthorimaea_operculella_Zeller_en_el_valle_del_Mantaro)
- Cortéz, H. (2010). Evaluación de aislamientos de hongos entomopatógenos y su virulencia hacia *Bactericera cockerelli*, según su origen. *Fitopatología Colombiana*, 34(21), 17-21.
- Craggolini, I., Cavallo, R., y Novo, J. (1999). Momentos de aplicación y eficiencia de acefato y clorpirifos para el control de *Listronotus dauci* (Brèthes)(Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de zanahoria. *AgriScientia*, 16, 43-48.
- Cranshaw, W. (1989). The potato/tomato psyllid as a vegetable. *In: Proceedings of the 18th annual meeting* (pp. 69-76). Fort Collins: Colorado State University.
- Cranshaw, W. (2001). Diseases caused by insect toxin: Psyllid yellows. In W. Stevenson, R. Loria, G. Franc, & d. Weingartner (Ed.), *In Compendium of potato diseases (2nd Ed.)*, (pp. 73-74).
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., Racines, M., y Castillo, C. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito.
- Cuesta, X. (2006). Papas nativas ecuatorianas en proceso de extinción. (INIAP, Ed.) *Agromag*, 30-31.
- Dalgo, M. (2020). Evaluación de un sistema de manejo integrado de *Bactericera cockerelli* y su relación con punta morada de la papa en Tumbaco, Pichincha. 98. Quito, Ecuador.

- Davidson, R. (1992). *Plagas de insectos agrícolas y de jardín*. Limusa.
- Dávila , M., Cerna , E., Aguirre , L., García , O., Ochoa , Y., Gallegos , G., y Landeros, J. (2012). Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1145-1155.
- Delgado, J., Beltran, M., Cerna, E., Aguirre, L., Landero, J., Rodriguez, Y., y Ochoa, Y. (2019). *Candidatus Liberibacter solanacearum* patógeno vascular de solanáceas: diagnóstico y control. *Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas* (22), 1-12. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.177>
- Dominguez. (2006). Practicas de Campo el Muestreo. *Revista El Peruano oficial*, 34-40. [http://ertic.inictel.net/img\\_upload/7990b2edd2a0cff30e0419f7beb17ab4/S\\_bado\\_251106.pdf](http://ertic.inictel.net/img_upload/7990b2edd2a0cff30e0419f7beb17ab4/S_bado_251106.pdf).
- Egusquiza, B. (2003). La papa producción, transformación y comercialización. Centro Internacional de la papa (ed.).
- Espino, A., Martínez, A., Morales, J., Figueroa, J., Rebollar, Á., y Pineda, S. (2015). Susceptibilidad de dos poblaciones del enrollador de hojas, *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) hacia los insecticidas Malatión y Bifentrina: efectos subletales. *Entomología Mexicana*, 2, 727-732.
- Espinoza, Q. J. (2020). Evaluación de tres estrategias de manejo de punta morada de la papa en dos categorías de semilla en Tumbaco Pichincha. [Tesis pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21456/1/T-UCE-0004-CAG-245.pdf>
- Fand, B., Tonnang, H., Kumar, M., Kamble , A., y Bal, S. (2014). A temperature-based phenology model for predicting development, survival and population growth potential of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Crop Protection*, 55, 98-108.
- Flores , H., Flores, H., y Ojeda, W. (2014). Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(2), 149-157.
- Gallegos, P. (1994). *Control Integral de Premnotrypes vorax mediante el manejo de la población de adultos y control químico en el cultivo de papa*, 48. Carchi: Ecuador.
- Garzon , J., Velarde, S., Marin, A., Cardenas , O., y Garzon, J. (2005). “Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al permanente del tomate por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc en México. *Entomología Mexicana*, 4, 672-674.

- Garzon, T. (2002). "Asociación de Paratrioza cockerelli Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mill. Ex. Fawnl) en México). *Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas*, (pp. 79-87). Culiacan.
- Gastélum , R., Godoy, T., Lopez, M., y Medina , R. (2014). *Manejo del psílido del tomate Bactericera cockerelli (Sulc.)*. (J. Cruz, J. Garcia, & M. López, Eds.) México.
- Gentile, A., Sartini, J., Campo, M., y Sánchez, J. (2004). Efficacy of Fipronil in the control of the peridomiciliary cycle of *Triatoma infestans* in an area resistant to Deltamethrin. *Cad. Saúde Pública*, 20(5), 1240-1248.
- Gomez, M., Cesar, E., Rivera, J., Flores, J., Salgado, J., y Mendez, J. (2008). Evaluacion de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* By L.)(Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7(1), 47-56.
- Goolsby, J., Adamczyk, J., Bextine, B., Lin , D., Munyaneza, J., y Bester, G. (2007). Development of an IPM program for management of the potato psyllid to reduce incidence of zebra chip disorder in potatoes. *Subtropical Plant Scienc*, 59, 85-94.
- Gutiérrez Guerra,, R. (2017). Detección de "Candidatus Liberibacter solanacearum" en poblaciones de *Bactericera cockerelli* y su relación con la temperatura. *tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Retrieved from <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42456/K%20649>
- Gutierrez, J., Bloom, E., Wohleb, C., Wenninger, E., Rondon, S., Jensen, A., y Crowder, D. (2020). Landscape structure and climate drive population dynamics of an insect vector within intensely managed agroecosystems. *Ecological Applications*, 30(5), e02109. doi:10.1002/eap.2109
- Henne, D., Paetzold, L., Workneh, F., y Rush, C. (2010). *Evaluation of potato psyllid cold tolerance, overwintering survival, sticky trap sampling, and effects of liberibacter on potato psyllid alternate host plants*. Session. Dallas, TX: Proc. 10th Annual Zebra Chip Rep.
- Inostroza, J., y Méndez, P. (2017). Botánica y morfología de la papa. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, 2.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). *Ecuador en cifras*. (M. J. Murgueitio, Ed.) Obtenido de Ecuador en cifras. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)

- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias . (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. In M. Pumisacho, & S. Sherwood (Eds.). Quito, Ecuador. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>
- Jiménez, E., y Ramos, R. (2021). *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemíptera: Triozidae) causante de punta morada (*Candidatus liberibacter, solanacearum*) en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Estelí, Nicaragua. *La Calera*, 21(36). <https://doi.org/calera.v21i36.11832>
- Knowlton, G., y Janes, M. (1931). Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Annals of the Entomological Society of America*, 24(2), 283-292.
- Kroschel, J., Mujica, N., Carhuapoma, P., Juarez, H., Okonya, J., Le Ru, B., y Hanna, R. (2014). *Workshop Report Adaptation to Pest Risks under Future Climates in Africa*. Informe del Taller RTB, Programa de Investigación sobre raíces, tubérculos y plátanos (RTB), Kampala.
- Kroschel, J., Sporleder, M., Tonnang, H., Juarez, J., Carhuapoma, P., Gonzales, J. C., y Simon, R. (2013). Predicting climate-change-caused changes in global temperature on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) distribution and abundance using phenology modeling and GIS mapping. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170, 228-241.
- Lewis, O. (2014). The temperature dependent development of *Bactericera* . (p. 64). Texas A&M University .
- Liefting, L., Perez, Z., Clover, G., y Anderson, D. (2008). A New ‘*Candidatus Liberibacter*’ species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *Plant Disease*, 90(10), 1474-1484. doi:10.1094/PDIS-92-10-1474A
- Liu, D., y Trumble, J. (2006). Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato–potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. *Bulletin of Entomological Research*, 96, 197–204.
- Livia, C. (2019). Artrópodos de suelo asociados a los cultivos de camote (*Ipomoea batata* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Molina. [ Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3998/livia-tacza-carmen-del-pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lomei, R., y Bueno, R. (2002). Nuevo registro de *Tamarixia triozae* (Burks) parasitoide del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) en México. *Entomológica mexicana*, 41(3), 375-376.

- Lozano, J., España, M., Lara, A., Balleza, J., y Pinedo, J. (2019). Parasitismo de *Tamarixia triozae* Burks 1943 (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* Sulc 1909 (HEMIPTERA: TRIOZIDAE) en condiciones de invernadero. *Entomología agrícola*, 6, 266–270.
- Lozano, J., Salas, J., España, M., Lara, A., Balleza, J., y Martínez, C. (2018). Entomofauna asociada a seis tipos de chile (*Capsicum annum* L.) en Morelos, Zacatecas, México. *Entomología Mexicana*, 5(1), 95-99.
- Lujan, L. (2009). Día Nacional de la Papa. (L. Lujan, Ed.) *Ministerio de Agricultura y Riego*, 1(1), 5-7.  
<https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/revista-papa-4jun09.pdf>
- Martinez, A., Baena, M., Figueroa, J., Delestal, P., Medina, M., Guzman, E., y Pineda, S. (2014). Primer registro de *Engytatus varians* (Distant)(Hemiptera: Heteroptera: Miridae) en México y su depredación sobre *Bactericera cockerelli* (Šulc)(Hemiptera: Triozidae): una revisión de su distribución y hábitos. *Acta zoológica mexicana*, 30(3), 617-624.
- Mera, V. (2001). Paying for survival with health: potato production practices, pesticide use and gender concerns in the Ecuadorian highlands. *The Journal of agricultural education and extension*, 8(1), 31-40.
- Mohammad, A. (1999). Integrated pest management of tomato/potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* Sulc. (Homoptera: Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes. [Tesis doctoral, Colorado State University].  
<https://www.proquest.com/openview/b8bc812040c4427b378f0c8d73b1206d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Morales, S. I., Martínez, A. M., Figueroa, J. I., Chavarrieta, J. M., Ortiz, R., Rodríguez, C. L., y Pineda, S. (2013). Parámetros de vida del parasitoide sinovigénico *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(2), 243-249.
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*(137), 36-37.
- Nicholas, M. (2008). Host plants of the potato/tomato psyllid: a cautionary tale. *The Weta*, 35, 12-16.
- Núñez, C., Fortin, C., Castillo, A., y Castillo, E. (2013, Julio). *Centre for Agricultural Bioscience International*. (Plantwise, Ed.)  
<https://www.cabi.org/ISC/FullTextPDF/2018/20187800205.pdf>

- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2017). *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*. El Salvador: Corporativo Editorail Tauro.
- Perez, A., & Landeros, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos*, 16, 19-25.
- Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. (2017). *Toda una vida*. Quito, Ecuador.
- Quiroz, R., Ramírez, D. A., Kroschel, J., Andrade-Piedra, J., Barreda, C., Condori, B., . . . Perez, W. (2018). Impact of climate change on the potato crop and biodiversity in its center of origin. *Open Agriculture*, 3(1), 273-283.
- Ramírez, J. F., Porcayo, E., & Sánchez, J. R. (2013). Modelización de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L. (Solanales: Solanaceae). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 13-27.
- Ramírez, M., Santamaria, E., Mendez, J., Rios, J., Hernandez, J., & Pedro, J. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) (Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7(1), 47-56.
- Ramos, R. (2018). *Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemíptera: Triozidae) e incidencia de punta morada (*Candidatus Liberibacter, solanacearum*) en lotes comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.)* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10r175.pdf>
- Rivadeneria, J., Bolaños, C., Garces, S., Tello, C., Bonilla, V., Ochoa, J., y Cuesta, H. (2019). ¿La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador? *VI Congreso Ecuatoriano de la Papa*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Rodríguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. *Revista de Agronomía Colombia*, 28, 9-17.
- Rubio Covarrubias, O., Cadena Hinojosa, M., y Vázquez Carrillo, G. (2013). Manejo integrado de la punta morada de la papa en el estado de México. INIFAP-CIRCE Campo experimental valle de México. Sitio experimental Metepec. Folleto técnico N° 2.
- Rubio, O. C., Almeyda, I. H., Cadena, M. A., y Lobato, R. S. (2011). Relación entre *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter psyllaourous* en lotes comerciales de papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 17-28.
- Rubio, O., Almeyda, I., Ireta, J., Sánchez, J., Fernández, R., Borbón, J., y Cadena, M. (2006). Distribución de la punta morada *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*, 32(2), 201-211.

- Salas, M., Martínez, O., Lara, L., Salazar, E., y Días, F. (2015). Capacidad de consumo de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Bactericera cockerelli* Sulzer (Hemiptera: Psyllidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 1, 1-6.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2014). *Campaña Manejo Fitosanitario del Jitomate “Manejo Integrado de la Paratrioza” (Bactericera cockerelli Sulc)*. <https://www.cesavem.mx/img/fitosanitariodeljitomate/jitomate2.pdf>
- Sporleder, M., Carhuapoma, P., Juárez, H., Gamarra, H., Simon, R., y Kroschel, J. (2017). *ILCYM – Insect Life Cycle Modeling 4.0*. (I. P. Center, Ed.) Lima, Peru: International Potato Center.
- Sulk. (1909). *Triozia cockerelli* n. sp. a novelty from North America, being also of economic importance. *Acta Societatis Entomologicae Bohemiae* (6), 102-108.
- SYNGENTA. (2021). *SYNGENTA POLO 250 EC*.  
<https://www.syngenta.com.ec/product/crop-protection/insecticida/polo-250-ec>
- Szczepaniec, A., Varela, K., Kiani, M., Paetzold, L., y Rush, C. (2019). Incidence of resistance to neonicotinoid insecticides in *Bactericera cockerelli* across Southwest U.S. *Crop Protection*, 116, 188-195.
- Toledo, M. (2016). *Manejo de la paratrioza (Bactericera cockerelli) en el cultivo de la papa*. <http://repiica.iica.int/docs/B4174e/B4174e.pdf>
- Valencia, L. (1989). El gusano blanco de la papa. *Premnotrypes vorax* (Hustache) en Colombia. I.- Comportamiento de adultos en el campo. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 2(1), 57-70.
- Vega, J. (2010). Determinación de alimentación y preferencia de *Tamarixia triozae* (Brurks) (Hemiptera: Eulophidae) sobre estadios de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera:Psyllidae). [ Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3579/T17979%20%20%20VEGA%20HAVEZ%2c%20JORGE%20LUIS%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega, J., Cerna, H., Ochoa, Y., Alvarado, Y., Hernández, J., y Hernández, O. (2020). Selectividad de insecticidas con el parasitoide *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) para el control de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Nova Scientia*, 12(25), 1-18.
- Vincini, A. M., Jacobsen, B., Tulli, M. C., Carmona, D. M., y López, R. (2014). Dinámica poblacional de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y *Thrips tabaci* Lindeman en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*). *Entomotropica*, 29(1), 17-27.

- Vizcaíno, F. (2017). *Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad súper chola (Solanum tuberosum L.), bajo condiciones de invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo] <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3214>
- Wenninger, E., Carroll, A., Dahan, J., Karasev, A., Thornton, M., Miller, J., y Price, W. (2017). Phenology of the potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), and "*Candidatus liberibacter solanacearum*" in commercial potato fields in Idaho. *Environmental Entomology*, 46(6), 1179-1188. <https://doi.org/10.1093/ee/nvx158>
- Yang, X., y Liu, T. (2009). Life History and Life Tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on Eggplant and Bell Pepper. *Environmental entomology*, 38(6), 1661-1667.
- Yang, X., Zhang, Y., Hua, L., y Liu, T. (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.
- Yanggen, D., Crissman, C., y Espinosa, P. (2003). *Los plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador* (Primera ed.). Editorial Abya-Yala.

## ANEXOS

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

Ubicación del lote					
Provincia		Cantón		Parroquia	
Localidad			Agricultor		
Latitud		Longitud		Altitud	
Datos generales del lote					
Fecha de siembra	Cultivo anterior		Etapa fenológica	Variedad	
Riego	Si ( ) No ( )	Frecuencia	Precipitaciones	Si ( ) No ( )	Frecuencia
Pendiente	Quebrada ( )		Ondulada ( )	Plano ( )	
Controles fitosanitarios					
Fecha de aplicación	Ingredientes activos			Dosis	Cantidad utilizadas

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

**Monitoreo de *Bactericera cockerelli* Sulc.**

Fecha de evaluación		Días desde el inicio del monitoreo	
---------------------	--	------------------------------------	--

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

**Observaciones:**

---



---



---



---



---

