



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA FLUCTUACIÓN DE *Bactericera cockerelli*  
Sulc. Y LAS PALOMILLAS EN CULTIVOS ESTABLECIDOS DE  
*Solanum tuberosum* L. EN LA DOLOROSA, EL PANECILLO,  
BARRIO EL NORTE, TUNGURAHUA.**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA: LAURA ALICIA CARANQUI YAGUARSHUNGO**

**DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA M.Sc.**

Riobamba – Ecuador

2022

**© 2022, Laura Alicia Caranqui Yaguarshungo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LAURA ALICIA CARANQUI YAGURASHUNGO, declaro que le presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de mayo de 2022




**Laura Alicia Caranqui Yagurashungo**

**0606064494-9**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN DE LA FLUCTUACIÓN DE *Bactericera cockerelli* Sulc. Y LAS PALOMILLAS EN CULTIVOS ESTABLECIDOS DE *Solanum tuberosum* L. EN LA DOLOROSA, EL PANECILLO, BARRIO EL NORTE, TUNGURAHUA.**”, realizado por la señorita. **LAURA ALICIA CARANQUI YAGURASHUNGO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Víctor Alberto Lindao Córdova <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-05-13
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M. Sc <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-05-13
Ing. Armando Esteban Espinoza Espinosa M.Sc <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-05-13

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de investigación a toda mi familia, en especial a mis padres Ángel y Mercedes, quienes han sido mi mayor inspiración, ejemplo de superación y guía en mi formación personal, siendo mi mayor motivo para salir adelante y no desaprovechar la oportunidad que me proporcionan para mi formación profesional. A mis hermanas Mirian, Nataly y Jenny por sus cuidados, consejos, amistad y apoyo incondicional en los mejores y peores momentos de mi vida. A mi cuñado Paúl y mis sobrinos Jhampier y Paul por estar siempre presente en todo momento brindándome todo su apoyo.

**Laura**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme con salud, vida y fuerza de voluntad para continuar día a día enfrentando nuevos retos y salir adelante para lograr todos mis objetivos propuestos.

A mis padres por apoyarme con su amor, consejos y con recursos económicos para culminar mis estudios, a mis hermanas por estar siempre conmigo, por los consejos y apoyo en los mejores y peores momentos.

A mi amiga Lady, por brindarme su apoyo durante toda la carrera, por ser mi ejemplo a seguir.

A mi amiga Carolina, por tantos años de amistad y su apoyo que me ha sabido brindar.

De igual manera agradezco a los docentes de la carrera de Agronomía por sus grandes enseñanzas y paciencia que me han permitido aprender de ellos y amar mi profesión. Agradezco a mi tutor de tesis Mgs. Carlos Carpio por ayudarme en este proceso final que gracias a sus conocimientos y paciencia me ha permitido culminar con éxito mi trabajo de investigación. Mi más sincero agradecimiento ante todos ustedes.

**Laura**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. El psílido de la papa (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.) .....</b>	<b>4</b>
1.1.1. <i>Taxonomía</i> .....	4
1.1.2. <i>Características generales</i> .....	4
1.1.2.1. <i>Descripción morfológica</i> .....	4
1.1.3. <i>Daños ocasionados en el cultivo</i> .....	6
1.1.3.1. <i>Daños directos</i> .....	6
1.1.3.2. <i>Daños indirectos</i> .....	6
<b>1.2. Palomilla.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1. <i>Tecia solanivora</i> (Povolný).....</b>	<b>7</b>
1.2.1.1. <i>Clasificación Taxonómica</i> . .....	7
1.2.1.2 <i>Ciclo biológico</i> .....	8
<b>1.2.2. <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) .....</b>	<b>9</b>
1.2.2.1 <i>Clasificación taxonómica de Phthorimaea operculella</i> .....	9
1.2.2.2. <i>Ciclo biológico</i> .....	9
<b>1.2.3. <i>Symmetrischema tangolias</i> (Gyen).....</b>	<b>10</b>
1.2.3.1. <i>Clasificación taxonómica de Symmetrischema tangolias</i> (Gyen).....	10
1.2.3.2. <i>Ciclo de vida</i> .....	11
<b>1.2.1. <i>Daños ocasionados al cultivo</i>.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Punta morada de la papa.....</b>	<b>12</b>
1.3.1. <i>Agente causal</i> .....	12
1.3.2. <i>Daños que causa al cultivo</i> .....	12
<b>1.4. Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) .....</b>	<b>12</b>
1.4.1. <i>Clasificación taxonómica de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>)</i> .....	13

<b>1.4.2.</b>	<b><i>Descripción botánica</i></b> .....	<b>14</b>
<b>1.4.3.</b>	<b><i>Fenología</i></b> .....	<b>15</b>
<b>1.4.4.</b>	<b><i>Manejo del cultivo</i></b> .....	<b>16</b>
1.4.4.1.	<i>Selección y preparación del terreno</i> .....	16
1.4.4.2.	<i>Prácticas culturales</i> .....	17
1.4.4.3.	<i>Plagas</i> .....	19
1.4.4.4.	<i>Enfermedades</i> .....	20
1.4.4.5.	<i>Cosecha</i> .....	20

## **CAPÍTULO II**

<b>2.</b>	<b>MARCO METOLÓGICO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.</b>	<b>Lugar de la investigación</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.1.</b>	<b><i>Clima</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.2.</b>	<b><i>Ecología</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.3.</b>	<b><i>Ubicación Geográfica</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.</b>	<b>Materiales y equipos</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.1.</b>	<b><i>Materiales</i></b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.2.</b>	<b><i>Equipos</i></b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.</b>	<b>Tipo de investigación</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.1.</b>	<b><i>Identificación de variables</i></b> .....	<b>23</b>
2.3.1.1.	<i>Variables dependientes</i> .....	23
2.3.1.2.	<i>Variables independientes</i> .....	24
<b>2.4.</b>	<b>Métodos y técnicas</b> .....	<b>24</b>
<b>2.4.1.</b>	<b><i>Reconocimiento de las localidades</i></b> .....	<b>24</b>
<b>2.4.2.</b>	<b><i>Medición de variables climáticas</i></b> .....	<b>24</b>
<b>2.4.3.</b>	<b><i>Acondicionamiento de las áreas experimentales</i></b> .....	<b>25</b>
2.4.3.1.	<i>Instalación de trampas cromáticas</i> .....	25
2.4.3.1.	<i>Instalación de Trampas para palomillas</i> .....	25
<b>2.4.4.</b>	<b><i>Muestreos y registro de datos</i></b> .....	<b>26</b>
2.4.4.1.	<i>Muestreo y registro de datos para paratrioza</i> .....	26
2.4.4.2.	<i>Muestreo de las palomillas</i> .....	28
2.4.4.3.	<i>Muestreo Entomopatógenos</i> .....	28
<b>2.5.</b>	<b>Diseño experimental</b> .....	<b>29</b>
<b>2.5.1.</b>	<b><i>Diseño experimental paratrioza (Bactericera cockerelli)</i></b> .....	<b>29</b>
2.5.1.1.	<i>Huevos</i> .....	29
2.5.1.2.	<i>Ninfas</i> .....	30



2.5.1.3.	<i>Adulto</i> .....	30
2.5.2.	<i>Diseño experimental para palomillas</i> .....	30
2.5.3.	<i>Procesamiento de la información</i> .....	31

### CAPÍTULO III

3.1.	<b>RESULTADOS</b> .....	32
3.1.1.	<i>Paratrioza</i> .....	32
3.1.1.1.	<i>Huevos</i> .....	34
3.1.1.2.	<i>Ninfas</i> .....	35
3.1.1.3.	<i>Adultos</i> .....	36
3.1.2.	<i>Palomillas</i> .....	37
3.1.3.	<i>Entomopatógenos</i> .....	44
3.2.	<b>Discusión</b> .....	44
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	48

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Taxonomía de psílido ( <i>Bactericera cockerelli</i> ).....	4
<b>Tabla 2-1:</b>	Taxonomía de la palomilla guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> ). .....	7
<b>Tabla 3-2:</b>	Promedio de las variables climáticas a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 de las localidades de estudio.....	24
<b>Tabla 4-2:</b>	Diseño experimental de la paratrioza ( <i>Bactericera cockerelli</i> ) en su estado huevo. ....	29
<b>Tabla 5-2:</b>	Diseño experimental de la paratrioza ( <i>Bactericera cockerelli</i> ) en su estado ninfal. ....	30
<b>Tabla 6-2:</b>	Diseño experimental de la paratrioza ( <i>Bactericera cockerelli</i> ) en su estado de adulto. ....	30
<b>Tabla 7-2:</b>	Diseño experimental de las palomillas .....	31
<b>Tabla 8-3:</b>	Prueba de Friedman para el estado de huevo en El Barrio El Norte, El Panecillo y La Dolorosa .....	34
<b>Tabla 9-3:</b>	Prueba de Friedman para el estado de ninfa en El Barrio El Norte, El Panecillo y La Dolorosa .....	36
<b>Tabla 10-3:</b>	Prueba de Friedman de la población de adultos de paratrioza.....	37
<b>Tabla 11-3:</b>	ANOVA.....	42
<b>Tabla 12-3:</b>	Test Tukey localidades.....	42

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Fluctuación de la población de paratrioza en sus 3 fases en el ciclo de vida a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el Barrio El Norte .....	32
<b>Gráfico 2-3:</b>	Fluctuación de la población de paratrioza en sus 3 fases en el ciclo de vida a partir del 18 de agosto hasta el 20 de octubre de 2021 en El Panecillo.....	33
<b>Gráfico 3-3:</b>	Fluctuación de la población de paratrioza en sus 3 fases en el ciclo de vida del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en La Dolorosa .....	33
<b>Gráfico 4-3:</b>	Fluctuación de la población de paratrioza en su estado de huevo del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio .....	34
<b>Gráfico 5-3:</b>	Fluctuación de la población de paratrioza en su estado de ninfa del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio .....	35
<b>Gráfico 6-3:</b>	Población de Paratrioza en su estado adulto del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las localidades de estudio.....	36
<b>Gráfico 7-3:</b>	Fluctuación de la población de <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Tecia solanivora</i> a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el sector La Dolorosa ..	38
<b>Gráfico 8-3:</b>	Fluctuación de la población de <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Tecia solanivora</i> a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el sector El Panecillo .....	39
<b>Gráfico 9-3:</b>	Fluctuación de la población de <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Tecia solanivora</i> a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el sector El Barrio El Norte.....	40
<b>Gráfico 10-3:</b>	Fluctuación de la población de <i>Phthorimaea operculella</i> a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio .....	41
<b>Gráfico 11-3:</b>	Fluctuación de la población de <i>Tecia solanivora</i> a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio .....	41
<b>Gráfico 12-3:</b>	Gráfico de barras entre localidades y población.....	43
<b>Gráfico 13-3:</b>	Gráfico de barras entre Población y especie de palomillas .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Ubicación geográfica del área de estudio / parroquia Yanayacu .....	23
<b>Figura 2-2:</b>	Instalación de trampas monocromáticas .....	25
<b>Figura 3-2:</b>	Instalación de trampas para palomillas.....	26
<b>Figura 4-2:</b>	Identificación de huevos de paratrioza ( <i>Bactericera cockerelli</i> ) .....	26
<b>Figura 5-2:</b>	Recolección de muestra para la observación de ninfas de paratrioza ( <i>Bactericera cockerelli</i> ) .....	27
<b>Figura 6-2:</b>	Utilización de Jama en las diferentes localidades .....	27
<b>Figura 7-2:</b>	Conteo de palomillas.....	28
<b>Figura 8-2:</b>	...Diseño de las parcelas en monitoreo.....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RECONOCIMIENTO DE LAS LOCALIDADES JUNTO A LOS INGENIEROS DEL MAG
- ANEXO B:** INSTALACIÓN DE TRAMPAS
- ANEXO C:** TRAMPA CROMÁTICA CON INSECTOS ATRAPADOS
- ANEXO D:** CONTEO DE PALOMILLAS
- ANEXO E:** GRÁFICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO DURANTE EL PERIODO DE REGISTRO DE DATOS
- ANEXO F:** PROMEDIO SEMANAL DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DURANTE LA TOMA DE DATOS
- ANEXO G:** PRUEBA DE SHAPIRO WILK DE LOS DATOS DE PALOMILLA
- ANEXO H:** GRÁFICO Q-Q PLOT (PALOMILLAS)

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la fluctuación de *Bactericera cockerelli* Sulc. y las palomillas en cultivos establecidos de *Solanum tuberosum* L. en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio el Norte, Tungurahua, a través de 5 muestreos quincenales para *B. cockerelli* y 10 muestreos semanales para palomillas, desde el 18 de agosto al 20 de octubre de 2021. Se seleccionó tres zonas con diferente gradiente altitudinal, una zona alta (3450,8 m.s.n.m.), una zona media (3400,56 m.s.n.m.) y una zona baja (3278 m.s.n.m.), las cuales se comprendieron en los sectores de la Dolorosa, El Panecillo y Barrio el Norte. Se monitoreó la población del psílido en estado de huevo y ninfa aplicando los métodos de ovipostura y destructivo, para lo cual se eligieron plantas al azar las cuales se observaron minuciosamente mediante una lupa, se precisó la población de adultos mediante el uso de una red entomológica y láminas cromáticas ubicadas el centro de los cultivos, finalmente se determinó la fluctuación de la población de palomillas por lo que se aplicaron trampas con feromonas sexuales. En el análisis estadístico se usó la prueba de Friedman para huevos, ninfas y adultos de paratrioza en los cinco muestreos realizados, dando como resultado que si existen diferencias significativas únicamente para el estado de huevo y ninfa. Por otro lado, la mayor población de palomillas se le atribuyó a *Phthorimaea operculella* a diferencia de *Tecia solanivora* y *Symmestrischema tangolias*. Se concluyó que en las tres zonas de estudio solo existe significancia para huevos y ninfas del psílido y que la mayor población de palomillas se le adjudicó a *Phthorimaea operculella*, por lo cual se recomienda seguir realizando investigaciones que permitan controlar la población de estas plagas.

**Palabras clave:** <PAPA>, <ZONAS ALTITUDINALES>, <PARATRIOZA>, <PALOMILLAS>, <LÁMINAS CROMÁTICAS>.

  
D.B.R.A.I.  
Ing. Crsthian Castillo

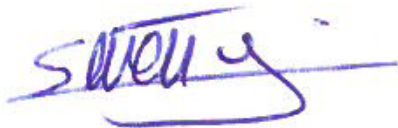
1106-DBRA-UTP-202



## ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the fluctuation of *Bactericera cockerelli* Sulc. and moths in established crops *Solanum tuberosum* L. in La Dolorosa, El Panecillo, Barrio el Norte, Tungurahua; through 5 biweekly samplings for *B. cockerelli* and ten weekly samples for moths, from August 18 to October 20, 2021. Three zones with different altitudinal gradients were selected: a high zone (3450.8 m.a.s.l.), a medium zone (3400.56 m.a.s.l.), and a low zone (3278 m.a.s.l.), which were in the sectors of La Dolorosa, El Panecillo and Barrio el Norte. It was monitored the psyllid population in egg and nymph stages by applying the oviposition and destructive methods, for which plants were chosen randomly and carefully observed with a magnifying glass; the adult population was determined by using an entomological net and chromatic sheets located in the center of the crops. Finally, it was determined the fluctuation of the moth population and the traps with sex pheromones were applied. In the statistical analysis, the Friedman test was used for eggs, nymphs, and adults of *paratrioza* in the five samplings carried out, resulting in significant differences only for the egg and nymph stages. On the other hand, the highest moth population was attributed to *Phthorimaea operculella* as opposed to *Tecia solanivora* and *Symmestrischema tangolias*. It was concluded that in the three study areas, there is only significance for eggs and nymphs of the psyllid and that the largest population of moths was attributed to *Phthorimaea operculella*, so it is recommended to continue researching to control the population of these pests.

**Keywords:** <POTATO>, <ALTITUDINAL ZONES>, <PARATRIOZA>, <MOTHS>, <CHROMATIC SHEETS>.



**Silvana Patricia Céleri Quinde**

**C.C. 0602669830**

## INTRODUCCIÓN

La papa se originó hace 8000 años aproximadamente en las montañas de los andes de América del Sur, al transcurrir los años ha llegado a ser el cuarto alimento básico a nivel mundial. En el Ecuador es uno de los cultivos de mayor importancia por su gran aporte económico al sector urbano y al sector rural. Este cultivo se adapta a zonas templadas y frías es decir a temperaturas de 6° a 18° C, alturas que van desde los 2.000 m.s.n.m. hasta los 3.600 m.s.n.m., con precipitaciones de 600 a 1200mm (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 21). El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en el país tiene importancia ancestral, social y económica por esta razón estos tubérculos son sembrados en la mayor parte de la zona andina es así como alrededor de 80 mil productores se dedican a su cultivo y a su comercialización (Cuesta et al., 2018, p. 4).

A medida que transcurren los años, los cambios climáticos, la infestación de nuevas plagas y el desconocimiento del manejo integrado de plagas ha generado pérdidas significativas en el rendimiento y calidad de la papa. La plaga que se ha presentado en los últimos años es el psílido de papa (*Bactericera cockerellii* Sulc.), un insecto limitante del cultivo por su rápida dispersión, provocando pérdidas en su calidad y rendimiento debido a que transmite la punta morada, una enfermedad de emergencia a nivel mundial ya que puede generar pérdidas del 100% del cultivo. En el Ecuador se reportó los primeros casos de punta morada en la provincia del Carchi en el año 2013, esta enfermedad afecta el desarrollo normal de las plantas, las hojas presentan clorosis o toman una coloración morada, arrosamientos de la parte apical, tallos en zigzag, nudos ensanchados, formación de tubérculos aéreos y se produce la muerte de la planta (Cuesta et al., 2018, p. 4).

Otros de los limitantes del cultivo de papa son las palomillas, que son insectos que se dispersan rápidamente y se adaptan a las zonas donde se cultivan. Estas plagas son de importancia económica debido a que afectan la calidad del producto tanto en la bodega como en el campo. Han pasado muchos años desde que se detectó la presencia de este insecto en el país, pero los agricultores todavía no han controlado del todo esta población. Los daños son originados por las larvas pues al alimentarse realizan orificios en forma de túneles en el interior del tubérculo contaminándolo con excrementos alrededor de la abertura permitiendo la entrada de patógenos que ocasionan graves daños, en consecuencia, ya no se utiliza para el consumo ni para semilla (Otiniano, 2018, p. 23).

El crecimiento poblacional de los insectos depende de la altitud, la temperatura y precipitación, ya sea de manera positiva o negativa de acuerdo con el requerimiento de cada especie para su adecuado desarrollo (Martínez, 2017, p. 2).



## **JUSTIFICACIÓN**

En los últimos años los cultivos de papas enfrentan dificultades en su rendimiento y calidad, esto se suscita por el desconocimiento del manejo de plagas por parte de los agricultores en efecto contribuye a grandes pérdidas económicas. Entre las plagas que provocan mayor daño están: el psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) que transmite la enfermedad de la punta morada generando daños como: achaparramiento, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y en algunas variedades las hojas superiores tienden a adquirir una coloración morada; las palomillas del mismo modo se consideran muy perjudiciales para los cultivos puesto que ocasionan serios daños en los tubérculos. Por estas razones resulta necesario evaluar la fluctuación en la población de psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y las tres especies de palomillas (*Symmetrischema tangolias* Gyen), (*Phthorimaea operculella* Zeller.) y (*Tecia solanivora* Povolny) en cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) de la parroquia de Yanayacu en los sectores El Norte, el Panecillo y la Dolorosa.

Así, la presente indagación permitirá identificar los niveles de población de las diferentes especies ya mencionadas y facilitar la toma de decisiones para el manejo óptimo de los daños provocados a los cultivos y de ser posible recolectar entomopatógenos de psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la fluctuación de *Bactericera cockerelli* Sulc. y las palomillas en cultivos establecidos de *Solanum tuberosum* L. en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua.

### **Objetivos específicos**

- Valorar la fluctuación de los psílicos (*Bactericera cockerelli* Sulc.) de la papa en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua.
- Estimar la fluctuación de la población de las palomillas (*Symmetrischema tangolias* Gyen.), (*Phthorimaea operculella* Zeller.), (*Tecia solanivora* Povolný.) de la papa en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua.
- Registrar entomopatógenos de psílido de (*Bactericera cockerelli* Sulc.)

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Alterna**

La población de psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de las palomillas (*Symmetrischema tangolias* Gyen.), (*Phthorimaea operculella* Zeller.), (*Tecia solanivora* Povolný.) presentan fluctuación en cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua.

### **Hipótesis Nula**

La población de psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de las palomillas (*Symmetrischema tangolias* Gyen.), (*Phthorimaea operculella* Zeller.), (*Tecia solanivora* Povolný.) no presentan fluctuación en cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. El psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc.)

Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es una especie de insecto hemípteros de la familia Triozidae, esta plaga transmite virus y fitoplasma que afecta a todas las especies de la familia solanácea, el psílido se alimenta de la savia de las plantas e inyecta las toxinas que causan las enfermedades como la punta morada y amarillamiento del psílido (INTAGRI, 2016a).

##### 1.1.1. Taxonomía

**Tabla 1-1:** Taxonomía de psílido (*Bactericera cockerelli*)

<b>Hemíptera</b>	Triozidae
<b>Orden</b>	Hemíptera
<b>Suborden</b>	Homóptera
<b>Superfamilia</b>	Psylloidea
<b>Familia</b>	Triozidae
<b>Género</b>	Bactericera (=Paratrioza)
<b>Especie</b>	Cockerelli cockerelli (Sulc)
<b>Nombre de la plaga</b>	<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) 1909
<b>Sinónimo</b>	Paratrioza cockerelli (Sulc)

Fuente: (OIRSA, 2015).

##### 1.1.2. Características generales

###### 1.1.2.1. Descripción morfológica

###### Huevecillos

Los huevos presentan forma de óvalo, una medida de 0.3 mm de largo, coloración anaranjada – amarillento. Las hembras están en la capacidad de poner hasta 232 huevos durante su vida los cuales son depositados en el envés y márgenes de las hojas, eclosionan entre los 3 a 7 días (Toledo, 2016, p. 2).

## Ninfas

Las ninfas se encuentran en el envés de las hojas donde son protegidas y secretan partículas blanquecinas para adherirse (INTAGRI, 2016a).

Marin et al. (1995, pp. 30-31), mencionan los 5 estadios ninfales de la paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) son:

### Primer estadio

La cabeza no se diferencia del tórax por lo que presenta una forma oval, el segmento basal de las antenas son cortas y gruesas, el último segmento presenta una seta larga; los ojos no son visibles. Su abdomen tiene segmentaciones poco visibles, sus alas son poco notables y poseen patas con segmentos poco evidentes (Marin et al., 1995, p. 30).

### Segundo estadio

Se puede diferenciar las tres partes del insecto (la cabeza, el tórax y el abdomen), sus antenas presentan dos segmentos sensoriales con base voluminosa y su parte apical angosto, en este estadio los ojos y el paquete de alas es notorio y sus patas son desarrolladas (Marin et al., 1995, p. 30).

### Tercer estadio

Al igual que en el segundo estadio se diferencia las partes del insecto, las antenas poseen setas sensorias y tres sencillas placoides. Presentan 4 pares de espiráculos diferenciados (Marin et al., 1995, p. 30).

### Cuarto estadios

Se diferencia las divisiones de la cabeza, el tórax y el abdomen, en este estadio las antenas poseen cuatro sencillas, el segmento medio es más ancho y es angosto en la parte final donde se encuentran las dos setas sensorias. La segmentación de las patas se aprecia en la parte terminal de las tibias posteriores y los segmentos tarsales (Marin et al., 1995, p. 31).

### Quinto estadio

Las antenas son gruesas en su base y se hacen más angostas en la parte final, donde se localizan dos setas sensoriales que se encuentran en diferentes niveles. Los omatidios son más visibles en

este estadio puesto que las alas forman ángulos humerales hacia la parte anterior del cuerpo. El abdomen es semicircular y presenta un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marin et al., 1995, p. 31).

## Adultos

Poseen ojos de gran tamaño de coloración café, sus antenas son de tipo filiforme, aparato bucal tipo picador – chupador con dos segmentos uno de entrada et al para la salida. Sus alas miden más que su cuerpo, en las primeras horas después de emerger sus alas son blancas, sin embargo, al transcurrir de 3 a 4 horas se tornan transparentes, son buenos voladores, aunque también saltan. El abdomen del insecto hembra presenta cinco segmentos visibles más el segmento genital, mientras que, el insecto macho tiene seis segmentos visibles más el genital y las estructuras de las valvas genitales tienen forma de pinza. En los días 7 a 10 después de emerger la coloración del insecto adulto se torna de color café oscuro y negro (Marin et al., 1995, p. 31).

### **1.1.3. Daños ocasionados en el cultivo**

#### 1.1.3.1. *Daños directos*

Estos se producen cuando las ninfas se alimentan e inyectan toxinas en las plantas, lo que, ocasiona clorosis, déficit de crecimiento, enrollamiento de las hojas jóvenes, deformación basal de las hojas, entrenudos cortos y engrosados, senescencia prematura, y la secreción blanquecina que depositan en las hojas permite la entrada de patógenos que causan enfermedades a las plantas (OIRSA, 2015).

#### 1.1.3.2. *Daños indirectos*

Son los daños más perjudiciales ya que no tienen cura y estos son:

Permanente del tomate.

El vector de Permanente del tomate es el psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) que al alimentarse de la planta transmite el fitoplasma (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) y sus síntomas son visibles de 3 a 4 semanas después de la infección. Esta enfermedad también puede ser adquirida por la planta sin la presencia del vector a través de injertos infectados (INTAGRI, 2017b).

Los síntomas que presentan las plantas al contraer esta enfermedad son: debilitamiento de la planta, detención del crecimiento, cambio de coloración verde a un verde brillante y finalmente se produce una clorosis total, amarillamiento en los márgenes apicales, impide el crecimiento de nuevos brotes, aborto floral y deformación de los frutos (INTAGRI, 2017b).

## Raya de la papa

El vector de la raya de la papa es el psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) que al alimentarse de la planta transmite el fitoplasma (*Candidatus Liberibacter solanacearum*), esta enfermedad presenta los siguientes síntomas: enanismo, aborto floral, rizado y afilamiento de las hojas, tubérculos aéreos, los tubérculos infectados presentan rayas oscuras y su sabor dulce, esto debido a que la composición de los carbohidratos se altera al ser infectado (De la Rosa et al., 2019, p. 3).

## 1.2. Palomilla

### 1.2.1. *Tecia solanivora* (Povolný).

Es originaria de Guatemala, se expandió rápidamente por centro América debido a su gran capacidad de adaptabilidad en regiones con altitudes entre 1300-3400 m.s.n.m. y a temperaturas por debajo de 20° C (Torres, 1998, p. 11). Según SESA-MAG (1997, p. 13) el país presentó esta plaga en el año 1996 en la provincia del Carchi, provocando la pérdida de grandes extensiones de cultivo de papas y así se propagó la enfermedad por todo el país.

#### 1.2.1.1. Clasificación Taxonómica.

**Tabla 2-1:** Taxonomía de la palomilla guatemalteca (*Tecia solanivora*)

Orden	Lepidóptera
Suborden	Dytrisia
División	Heteroneura
Superfamilia	Tineoidea
Familia	Gelechiidae
Género	Tecia
Especie	<i>Tecia solanivora</i> (Povolný, 1973).

**Fuente:** (Araque et al., 1999, p. 15).

### 1.2.1.2. *Ciclo biológico*

Pumishacho et al. (2002, pp. 136-137) mencionan las 4 fases en el ciclo de vida de la palomilla (*Tecia solanivora*).

#### Huevos

Los huevos eclosionan entre los 12 a 25 días después de ser depositados, en los primeros días poseen una coloración blanco aperlado con el transcurso del tiempo el huevo se torna de un color amarillento, y toman un color café oscuro al momento de romperse. En promedio mide 0.5 mm de longitud y 0.4 mm de ancho. Los huevos son depositados de forma individual o en grupo en las hojas bajas, en la base del tallo y en el área de tuberización (Pumishacho et al., 2002, pp.136-137).

#### Larva

El desarrollo larval presenta 4 fases que duran 22 días; en la primera fase no pueden tener contacto con la luz y el agua ya que les ocasiona la muerte; son pequeñas y su cuerpo es de color blanco transparente y su cabeza café oscuro. En la segunda fase presenta una tonalidad cremoso y blanquecino. Las larvas de la tercera fase cambian a una coloración cremosa, en estas 3 primeras fases presentan máculas de color negro en cada segmento torácico y abdominal, y en la cuarta fase las larvas miden entre 14 a 16 mm de largo y 2.5 mm de ancho, su color es verdoso en la región ventral y morado en el dorso (Araque et al., 1999, p. 19).

#### Pupas

Una vez que la larva termina su desarrollo se dirige a un lugar donde pueda empupar (suelo, empaques, zonas de almacenamiento, hojas secas, etc.), se envuelve en un capullo de seda que se combina con partículas del suelo. Este estado dura entre los 15 a 18 días de acuerdo con las condiciones ambientales donde se encuentre. Las pupas hembras poseen mayor tamaño que las pupas de los machos (Araque et al., 1999, p. 22).

#### Adultos

Los adultos machos son de color pardo oscuro, abdomen filiforme mientras que las hembras son de color pardo claro, abdomen abultado; las alas expandidas de esta especie miden 15 mm, presentan una coloración gris con manchas oscuras y un borde angosto de pelillos; son muy susceptibles a la luz por lo que tienen hábitos nocturnos (Araque et al., 1999, p. 16).

### 1.2.2. *Phthorimaea operculella* (Zeller)

Se encuentra ampliamente distribuido en América, Europa, Asia y Australia. Se adaptan en mayor cantidad en zonas cálidas, por otra parte, se adaptan a los climas fríos, pero en menor proporción (Veneros 2014, p. 21).

#### 1.2.2.1. Clasificación taxonómica de *Phthorimaea operculella*

La clasificación según Hodges y Osmark (1990) citado en Veneros (2014, p. 21) es la siguiente:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Suborden: Frenatae

División: Heteroneura

Superfamilia: Gelechioidea

Familia: Gelechiidae

Tribu: Gnorimoschmini

Género: *Phthorimaea*

Especie: *Phthorimaea operculella*

#### 1.2.2.2. Ciclo biológico

Larraín (2001, p. 1) indica las siguientes fases de la polilla *Phthorimaea operculella* (Zeller):

##### Adulto

Esta polilla posee un color pardo rojizo, este insecto mide entre 8 a 10 mm de largo y su envergadura alar es de 15 mm, sus palpos labiales son largos arqueados hacia arriba. Sus Alas están cubiertas de escamas color pardo, con manchas oscuras y un borde ancho de pelillos (Larraín, 2001, p. 1).

##### Huevo

Son de Forma elíptica que mide aproximadamente 0.5 mm de largo, los primeros días que son depositados poseen un color blanco cremoso, y hasta el momento de eclosionar los huevos toman



un color café oscuro los mismos que son depositados de manera individual o en grupo (Larraín, 2001, p. 1).

Larva

Tiene una forma eruciforme, presenta 4 estadios, en el primer estadio mide 1mm y en su último estadio mide 15mm de largo. Muestra una placa protorácica transversal ancha y oscura, el color de su cabeza es café oscuro, el cuerpo es de color blanco cremoso con 5 franjas de color rojo rosa en el dorso. Presenta 5 pares de patas falsas, y en el estadio final forma un capullo gris de seda donde se transforma en pupa (Larraín, 2001, p. 1).

Pupa

Una vez que la larva ha llegado a su desarrollo final esta teje un capullo de seda de color gris a la cual se adhiere partículas del suelo, las pupas son de color café claro brillante y miden entre 5 y 8 mm de largo, en los machos suelen ser más pequeñas a comparación de las hembras (Larraín, 2001, p. 1).

### **1.2.3. *Symmetrischema tangolias* (Gyen)**

Báez (2011, p. 2) menciona que la palomilla andina (*Symmetrischema tangolias*) se encontró en el país en el año 2002, generando pérdidas económicas cuantiosas para los productores de la papa.

#### **1.2.3.1. Clasificación taxonómica de *Symmetrischema tangolias* (Gyen)**

La clasificación de acuerdo con Ojeda y Castro (1972) citado en Castillo (2016) es:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Suborden: Frenatae

División: Heteroneura

Superfamilia: Gelechioidea

Familia: Gelechiidae

Tribu: Gnorimoschmini

Género: *Symmetrischema*

Especie: *Symmetrischema tangolias*

### 1.2.3.2. *Ciclo de vida*

Según PROINPA (2004, p. 10), el ciclo de vida de *Symmetrischema tangolias* es:

#### Huevo

Los huevos presentan una coloración blanca a perlado, son depositados junto o sobre los tubérculos, esta fase dura 11 días, al transcurrir este tiempo el huevo eclosiona (PROINPA, 2004, p. 10).

#### Larva

Al eclosionar el huevo la larva tiene un color verde y mide 1 mm, en este estado causa daños en el tallo y en el tubérculo. La *Symmetrischema tangolias* permanece en forma larval durante 31 días donde se vuelve inactiva y pasa al estado prepupa que dura 2 días (PROINPA, 2004, p. 10).

#### Pupa

Una vez que la larva ha llegado a su desarrollo final esta teje un capullo de color verde a la cual se adhiere partículas del suelo. Las pupas son de color café claro brillante y a medida que se va desarrollando va cambiando su tonalidad a café oscuro. La pupa de los machos suele ser más pequeñas que la de las hembras y esta etapa dura 21 días (PROINPA, 2004, p. 10).

#### Adulto

Las hembras adultas tienen un periodo de vida de 22 días, donde deposita alrededor de 100 huevos, y el macho tiene un periodo de vida adulta de 18 días (PROINPA, 2004, p. 10).

### 1.2.1. *Daños ocasionados al cultivo*

Las palomillas son insectos que en los últimos años son los limitantes del cultivo de papa, ya que se dispersan rápidamente y se adaptan a las zonas donde se cultivan (Toledo, 2016, p. 1).

Las larvas atacan el follaje y la raíz de la planta ya que al alimentarse dejan galerías, lo cual reduce el área fotosintética generando que no se desarrolle completamente. Pero el daño más perjudicial lo ocasionan en los tubérculos que pueden estar en el campo, cerca de la superficie donde las

palomillas ingresan y depositan sus huevos, del mismo modo en los tubérculos de almacén (Otiniano, 2018, p. 23)

### **1.3. Punta morada de la papa**

Esta enfermedad que es transmitida por un insecto es un limitante del cultivo de papa por su rápida dispersión causa pérdidas en la calidad y en rendimiento. Es considerada como una enfermedad de emergencia a nivel mundial puesto a que puede generar pérdidas del 100% de cultivo. En el Ecuador se reportó los primeros casos de punta morada en la provincia del Carchi en el año 2013 (Cuesta et al., 2018).

#### **1.3.1. Agente causal**

En el país el vector de la punta morada es el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) que transmite los fitoplasmas (*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*) que corresponde al grupo de 16SrII (Caicedo et al., 2015, p. 23), y (*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*) que corresponde al grupo de 16SrI-F (Castillo et al., 2018, p. 313), estos son microorganismos parásitos obligados y se encuentran en el floema de la planta (Cuesta et al., 2018, p. 4).

#### **1.3.2. Daños que causa al cultivo**

La punta morada es transmitida por el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en su estado adulto o en ninfas, las mismas que inyectan toxinas al momento de alimentarse de la planta. Esta enfermedad afecta en el desarrollo normal de las plantas, las hojas presentan clorosis o toman una coloración morada, arrosamientos de la parte apical, tallos en zigzag, nudos ensanchados, formación de tubérculos aéreos y se produce la muerte de la planta (Cuesta, et al., 2018, p. 4).

### **1.4. Papa (*Solanum tuberosum* L.)**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) representa el cuarto alimento básico a nivel mundial, se originó hace 8000 años aproximadamente en las montañas de los andes de América del sur. En el Ecuador es uno de los cultivos de mayor importancia por su gran aporte económico al sector urbano y al sector rural. Este cultivo se adapta tanto en zonas templadas como en zonas frías, a temperaturas de 6° a 18° C, alturas que van desde los 2.000 m.s.n.m. hasta los 3.600 m.s.n.m., con precipitaciones de 600 a 1200mm (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 25).

Pumisacha y Sherwood (2002, p. 28) menciona que el Ecuador tiene 3 zonas productoras de papa:

#### Zona Norte

En el país se conoce a la Zona norte, es decir las provincias Carchi e Imbabura, como los mayores productores de papa con una producción de (27,7 t/ha).

#### Zona centro

La zona centro productora de papa consta de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, siendo la provincia de Chimborazo la que mayor superficie dedica al cultivo, sin embargo, su rendimiento es bajo (11 t/ha).

#### Zona sur

La zona sur está conformada por las provincias de Cañar, Azuay y Loja, de estas 3 provincias la que mayor área destina al cultivo es Cañar. La zona sur posee la menor producción de papa a nivel nacional (8 a 10 t/ha).

#### **1.4.1. Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum*)**

Pumisacha y Sherwood (2002, p. 33) mencionan la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum*

### **1.4.2. Descripción botánica**

#### **Raíz**

La papa puede crecer de semillas o de tubérculos. La raíz que se genera a partir de semillas es axonomorfa con ramificaciones laterales, en cambio cuando sale del tubérculo se forman raíces adventicias en la base de cada brote, la raíz es fibrosa, crece hasta el 1,2 m de profundidad y a los laterales 0,6 m, la misma tiene su mayor desarrollo y crecimientos a los 0,20 cm (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 33).

#### **Planta**

Es una planta herbácea y perenne, de tallo erecto, grueso, huecos o medulosos, con entrenudos cortos y tienen una forma angular de color verde o rojo purpura. Las hojas son compuestas de 7 a 9 folíolos y están cubiertas de tricomas, en los primeros instares de la planta las hojas pueden ser simples, y a medida que se va desarrollando las hojas son compuestas en par y alternas. La planta puede llegar a medir 0,60 m a 1,50 m de altura dependiendo de la variedad (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 33).

#### **La flor**

Es una inflorescencia de tipo cima terminal. Las flores tienen órganos masculinos (androceo) y femeninos (gineceo), cada flor tiene 5 estambres de color amarillo, un solo pistilo. El color del sépalo depende de la variedad de la papa. La floración es estimulada por los factores climáticos que son el fotoperiodo y la temperatura. En muchas variedades las flores caen después de la fecundación (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 34).

#### **Fruto**

El fruto es una baya carnosa que contiene semillas planas, ovaladas y pequeñas, puede tener forma esférica, ovoidal o canónico según la variedad. Son biloculares y dicotiledóneas de 15 a 30 mm de diámetro, presentan color verde amarillento o café rojizo. Los frutos pueden tener de 200 a 300 semillas. Las semillas de la papa son utilizadas para fines de mejoramiento genético (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 35).

## Tubérculos

Los tubérculos de papa son tallos modificados, se forma por la proliferación del tejido de reserva que aumenta las células hasta 64 veces, su forma y su color depende de la variedad (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 36).

### **1.4.3. Fenología**

#### Dormancia

Es el estado donde el tubérculo o semilla no ha iniciado el desarrollo de brotes, en el tubérculo esta etapa dura 2 a 3 meses, en la semilla sexual el tiempo es de 4 a 6 meses, el estado de dormancia es interrumpida dependiendo de la variedad y la condición en la que es almacenada el tubérculo- semilla (Román y Hurtado, 2002, p. 12).

#### Brotación

Es el momento en el cual las yemas emergen del tubérculo, siendo las más aptas para la siembra los que presentan más de 3 brotes cortos y vigorosos con un tamaño de 0,5 a 1 cm (Román y Hurtado, 2002, p. 12).

#### Emergencia

Esta fase empieza una vez que el tubérculo es plantado en el surco y los brotes nacen entre los 8 a 10 días, esto dependerá de las condiciones de almacenamiento, variedad y el estado de brotación de la semilla (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 136-137).

#### Desarrollo de tallos

Esta fase comienza después de la emergencia de la plántula, donde se presenta el crecimiento de la raíz, tallos y follaje, por tanto, empieza el proceso fotosintético para el desarrollo adecuado de la planta. Este proceso dura entre 20 a 30 días de acuerdo con la variedad que se desee cultivar (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 136-137).

## Floración y tuberización

Esta fase dura 30 días, empieza la floración y por consiguiente inicia la tuberización por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos. En variedades tempranas sucede a los 30 días; en variedades intermedias entre los 35 a 45 días; y en las variedades más tardías entre 50 a 60 días después de la siembra (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 136-137).

## Desarrollo de los tubérculos

Es la última fase de desarrollo, el tubérculo alcanza su madurez fisiológica, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuye. En variedades tempranas sucede a los 75 días; en variedades intermedias a los 90 días; y en las variedades más tardías 120 días (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 136-137).

### **1.4.4. Manejo del cultivo**

#### *1.4.4.1. Selección y preparación del terreno*

Para el buen desarrollo de la raíz y los tubérculos se debe seleccionar un suelo libre de plagas y enfermedades con una capa arable mayor a los 0,3 m y agregados del suelo de diferentes dimensiones (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 51).

Como consecuencia del sistema de labranza que invierte y remueve los primeros 0,3 m de superficie se produce los cambios en las condiciones del suelo como en su estructura, rugosidad y microtopografías favoreciendo la erosión hídrica y eólica, afectando así las condiciones físicas y la capacidad productiva de los suelos, para evitar lo antes mencionado se recomienda sembrar en terrenos con pendientes menores al 20% (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 51).

#### Preparación del suelo

Arado: Se debe realizar 2 meses antes de la siembra para la descomposición del material vegetal a una profundidad de 30 cm con 2 repeticiones. Cuando el terreno posee una pendiente mayor al 15% se debe hacer el arado en contra de la pendiente para evitar que el agua de lluvia arrastre el suelo (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 51).

## Surcado

Las medidas van de 1,0 m a 1,20 m de ancho entre surco con una profundidad de 0,20 m dependiendo de la humedad del suelo, del tamaño de los tubérculos, brotes y variedad (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 51).

## Siembra y primera fertilización

Aplicar la primera fertilización a chorro continuo al fondo del surco y colocar los tubérculos semillas con los brotes hacia arriba (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 54).

## Distanciamiento entre semillas

Se toma en cuenta la distancia de siembra de las semillas que van desde 0,25 a 0,40 m, esto depende del destino del producto final, si la papa es para la venta la distancia será mayor y si la papa es para el consumo del agricultor la distancia será menor (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 77).

## Tapado

Para cubrir las papas se debe tomar en cuenta la humedad de suelo del mismo modo los brotes del tubérculo, si el suelo presenta suficiente humedad y brotes bien desarrollados se debe cubrir con una capa de 0,5 m de tierra. Sin embargo, en suelos secos el tubérculo - semilla se debe colocar en el fondo del surco y enterrar entre 8 a 12 cm de tierra (Pumisacha y Sherwood, 2002, p. 77).

### 1.4.4.2. *Prácticas culturales*

#### Retape

En el retape se incorpora el fertilizante complementario y se controla la maleza (Pumisacha y Sherwood, 2002, pp. 80-82).

#### Rascadillo

Esta labor se realiza a los 30 o 35 días después de la siembra o cuando la planta tiene una altura de 10 a 15 cm. Este proceso de remoción de la tierra alrededor de la planta permite que el suelo se airee y elimina las malezas (Pumisacha y Sherwood, 2002, pp. 80-82).



## Medio aporque

Se debe acumular la tierra en la base de la planta formando unos camellones, se realiza a los 50 a 60 días después de la siembra dependiendo del desarrollo de la planta, su función es aflojar la tierra, complementar la fertilización y controlar maleza (Pumisacha y Sherwood, 2002, pp. 80-82).

## Aporque

Esta labor se realiza entre los 70 a 80 días de la siembra dependiendo de la variedad, el aporque ayuda a cubrir los estolones creando un ambiente propicio para la tuberización, controlar la maleza, ayuda al sostén de las plantas y facilita la cosecha (Pumisacha y Sherwood, 2002, pp. 80-82).

## Riego

Un cultivo que se encuentra a 3.300 m.s.n.m. requiere de 600 a 700 mm de agua. Se recomienda realizar un riego después de la siembra, antes de deshierbar, un día antes de las aplicaciones fitosanitarias. Los periodos de floración y llenado del tubérculo son épocas más críticas por ende requiere de más agua para favorecer la tuberización y el rendimiento (Pumisacha y Sherwood, 2002, pp. 80-82).

## Fertilización

Para realizar una fertilización adecuada es necesario hacer un análisis del suelo en el que se conoce la cantidad de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Aluminio (Al), materia orgánica, acidez total, densidad aparente, textura y pH. Datos que posibilitan suministrar a la planta los nutrientes adecuados para su óptimo crecimiento y aumento de rendimiento (Román y Hurtado, 2002, p. 19).

Según Christiansen (1967) citado en Román et al. (2002), “los requerimientos nutricionales de la papa son: 150 Kg de Nitrógeno, 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 90 kg K<sub>2</sub>O. Además, requiere cantidades moderadas de Magnesio (Mg), Azufre (S) y algunos microelementos como: Boro (B), Calcio (Ca), Molibdeno (Mo), Manganeso (Mn), Hierro (Fe), Cobre (Cu), y Zinc (Zn)”.

Los tubérculos acumulan nutrientes en gran cantidad principalmente el almidón, la fase de desarrollo de tubérculos dura entre 40 a 50 días dependiendo de la variedad, esta es la etapa más

crítica donde asimila todos los nutrientes que se encuentran en el suelo y absorbe gran cantidad de agua (Román y Hurtado, 2002, p. 19).

La raíz de la papa es poco eficiente para la absorción del potasio, este elemento se caracteriza por tener poca movilidad en el suelo, moviliza el almidón desde las hojas hacia el tubérculo por ende se debe realizar las fertilizaciones en la cantidad y momento necesario para así tener tubérculos de calidad (Román y Hurtado, 2002, p. 19).

#### 1.4.4.3. *Plagas*

Gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*)

Conocida como papa curo, esta plaga en su fase adulta se alimenta de las hojas causando daños en forma de medialuna. Estos insectos tienen una vida nocturna ya que son sensibles a la luz, en el día permanecen ocultos debajo de la tierra en la base de la planta; en el estado larval se alimentan de los tubérculos dejando galerías (Otiniano, 2018, p. 20).

Pulguilla (*Epitrix sp.*)

La pulguilla saltona en estado adulto se alimenta de las hojas haciendo perforaciones y reduciendo el área foliar. En su etapa larval se alimentan de raíces, estolones y superficies del tubérculo dejando aberturas para el ingreso de patógenos que causan daños a la planta y al tubérculo (Otiniano, 2018, p. 22).

La polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

Las palomillas son perjudiciales en su etapa larval puesto que se alimentan del tubérculo, al alimentarse realizan perforaciones y forman túneles en el interior de la papa facilitando la entrada de patógenos (Otiniano, 2018, p. 23).

Trips (*Frank liniella sp.*)

Insectos que se encuentran en las hojas y flores de la planta, causan mayor daño en las épocas de sequía, el mayor daño lo ocasionan en su estado ninfal donde se alimentan de la epidermis de las hojas dejando una apariencia de quemado (Muñoz y Cruz, 1984, p. 17).

#### 1.4.4.4. *Enfermedades*

##### Lancha (*Phytophthora infestans*)

La lancha es ocasionada por el hongo *Phytophthora infestans*, y se desarrolla en condiciones de alta húmedas, este hongo ocasiona manchas de color pardo – púrpura de diferentes tamaños y de formas irregulares en las hojas, los pedúnculos de los folíolos y tallos de las hojas (Otiniano, 2018, p. 24).

##### Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)

Más conocida como sarna negra, es causada por el hongo *Rhizoctonia solani* que sobrevive saprofiticamente en el suelo o sobre el tubérculo. Los síntomas que presencian las plantas al estar infectados son: tubérculos aéreos, doblado de hojas, amarillamiento de hojas, presencia de canchales negros o cafés en las ramas, estolones y tallos. Esta enfermedad se desarrolla en suelos húmedos y fríos con buena fertilidad y pH neutro o ligeramente ácido (Otiniano, 2018, p. 25).

##### Roya (*Puccinia pittier*)

La roya es causada por el hongo (*Puccinia pittier*) esta enfermedad se encuentra a unas altitudes entre 3000 a 3800 m.s.n.m., la humedad relativa y la luz influyen en el desarrollo de esta enfermedad. Los síntomas que presentan son: en el haz de la hoja presenta hendiduras cloróticas y en el envés pústulas de color marrón rojizo de 3 a 5 mm de diámetro (Torres, 2002, p. 57).

#### 1.4.4.5. *Cosecha*

La cosecha es una actividad que se realiza cuando el tubérculo está maduro, es decir que cumplen las características necesarias de tamaño y contenido de azúcares. Los productores dejan la planta de papa en el campo hasta la senescencia, para su cosecha se puede utilizar la yunta o realizarlo manualmente. Para obtener una buena cosecha se debe considerar el tamaño de los tubérculos, sanidad, mercado y condiciones del clima (Otiniano, 2018, p. 28).

<b>Clase</b>	<b>Peso</b>
Primera, gruesa o chaupi	>121g
Segundo o redroja	71 a 120g
Tercera o redrojilla	51 a 70g
Cuarta o fina	31 a 50g.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METOLÓGICO

#### 2.1. Lugar de la investigación

El trabajo de investigación de la evaluación de *Bactericera cockerelli* Sulc. y las palomillas en cultivos establecidos de *Solanum tuberosum* L. se realizó en 3 sitios de la parroquia de Yanayacu, la misma que se encuentra a una altura de 3300 m.s.n.m. hasta los 4430 m.s.n.m., posee una extensión de 39,467 Km<sup>2</sup> (3946,78 ha), con 0,164 km (16,37 ha) de área de cabecera parroquial. Está ubicada en el cantón Quero en la parte Sur oeste de la provincia de Tungurahua a 22 km de la ciudad de Ambato. La parroquia está limitada al norte por el Río Mocha, al sur por la Quebrada de Sabañag – Nudo de Igualata Sanancajas, al este por la quebrada Pilco y al oeste el Río Mocha (PDOT YANAYACU, 2015).

Según el censo INEC (2010), Yanayacu cuenta con 1978 habitantes representando un 10,3% de la población total del cantón Quero. El 50,66% del total de los habitantes de esta parroquia son hombres y el 49,34 son mujeres. El 97,17% de la población se auto identifica como mestizo mientras que el 1,92% se auto identifica como indígena. La tasa de analfabetismo de los moradores de esta parroquia es de 9,50% disminuyendo 3,70% cada año por consiguiente es considerada como una de las tres parroquias del cantón Quero con mayor índice de analfabetismo.

Según PDOT YANAYUCU (2015) las principales fuentes de ingreso económico de los habitantes del sector son la ganadería y agricultura para lo cual disponen de 2387,98 ha de áreas productivas. La parroquia tiene tres zonas:

Zona alta: Es el 58,86% del área productiva, el mismo que es ocupado por pasto ya que predomina la actividad ganadera.

Zona media: Es el 8,91% del área productiva, está ocupado por cultivos de ciclo corto como la papa y la cebolla, también se tiene pastos.

Zona baja: Es el 2,03% de área productiva donde predominan los cultivos de ciclo corto como arveja, habas y papas.

### **2.1.1. Clima**

El clima de la parroquia es ecuatorial de alta montaña con temperaturas en la zona alta de 2 a 4 °C, en la zona media temperatura de 6 a 8 °C y en la zona baja de 8 a 10 °C. La precipitación oscila entre 500 mm hasta los 1000 mm, y la humedad relativa de 80% (PDOT YANAYACU, 2015).

### **2.1.2. Ecología**

La clasificación de la zona ecológica de la parroquia Yanayacu es: BsAn03 (Bosque siempre verde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes) (PDOT YANAYACU, 2015).

### **2.1.3. Ubicación Geográfica**

Lote 1: Barrio El Norte

Latitud: -1,4291

Longitud: -78,664224

Coordenadas UTM:

Este: 759905,5

Norte: 9841907,7

m.s.n.m.: 3278,57

Lote 2: El Panecillo

Latitud: -1,437827

Longitud: -78,660609

Coordenadas UTM:

Este: 760307

Norte: 9840943,2

m.s.n.m.: 3401,65

Lote 3: La Dolorosa

Latitud: -1,44473441

Longitud: -78,65850403

Coordenadas UTM:

Este: 760540,5

Norte: 9840178,8

m.s.n.m.: 3450,8



**Figura 1-2:** Ubicación geográfica del área de estudio / parroquia Yanayacu

Realizado por: Caranqui L. 2021.

## 2.2. Materiales y equipos

### 2.2.1. Materiales

Libreta de apuntes, estacas, alambre, 9 galones de agua, red entomológica, 15 trampas monocromáticas, alcohol al 96%, detergente, feromonas de cada especie de palomillas, funda para recolectar las muestras, marcador, microtubos, lupa y stickers para codificar.

### 2.2.2. Equipos

Computadora, impresora, cámara fotográfico y GPS.

## 2.3. Tipo de investigación

### 2.3.1. Identificación de variables

#### 2.3.1.1. Variables dependientes

Fluctuación de psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de las palomillas (*Symmetrischema tangolias* Gyen.), (*Phthorimaea operculella* Zeller.), (*Tecia solanivora* Povolný.) en cultivos

establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua.

#### 2.3.1.2. Variables independientes

- 3 sitios
- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Altitud

### 2.4. Métodos y técnicas

#### 2.4.1. Reconocimiento de las localidades

La siguiente investigación se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Quero, parroquia Yanayacu, gracias a la ayuda del MAG Quero se encontró cultivos establecidos de papa en fase de desarrollo vegetativo en las siguientes localidades zona baja Barrio El Norte a 3278,57 m.s.n.m., zona media El Panecillo a 3401,65 m.s.n.m. y zona alta La Dolorosa a 3450,8 m.s.n.m.

#### 2.4.2. Medición de variables climáticas

Los datos de las variables climáticas de los lugares donde se llevó a cabo el trabajo de campo se tomaron de la aplicación de la NASA (Power.larc).

**Tabla 3-2:** Promedio de las variables climáticas a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 de las localidades de estudio

Localidad	Temperatura	Precipitación
Barrio El Norte	10,46 °C	9,41 mm
El Panecillo	10,44 °C	9,41mm
La Dolorosa	10,43 °C	9,41mm

Fuente: Power.larc (2021)

Realizado por: Caranqui L. 2022.

En la tabla 3-2, se muestra el promedio de las variables climáticas durante el periodo de toma de datos (ANEXO E).

### **2.4.3. Acondicionamiento de las áreas experimentales**

#### **2.4.3.1. Instalación de trampas cromáticas**

Para el monitoreo del insecto adulto paratrioza se instaló 1 trampa cromática por cada unidad experimental para lo cual se utilizó una estaca de 1,5 m, alambres y la trampa cromática. La estaca fue colocada en el centro del cultivo, con la ayuda de los alambres se sujetó la lámina para evitar caídas por factores como el viento o la lluvia, estas trampas fueron etiquetadas con el número de lote, fecha y fueron cambiadas cada 15 días.



**Figura 2-2:** Instalación de trampas monocromáticas

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

#### **2.4.3.1. Instalación de Trampas para palomillas**

Para la instalación de las trampas con feromonas sexuales se realizó lo siguiente: los corchos de feromonas se instalaron en ganchos de alambre dentro de las botellas plásticas de 1 galón, que previamente fueron perforadas con 2 agujeros de diferentes dimensiones para permitir la entrada de los insectos. Con la ayuda de alambres se sujetó la botella a la estaca y fueron colocadas a una distancia de 10 metros entre sí, además en las botellas se procedió a añadir agua y detergente.





**Figura 3-2-:** Instalación de trampas para palomillas

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

#### **2.4.4. Muestreos y registro de datos**

##### **2.4.4.1. Muestreo y registro de datos para paratarioza**

Este proceso consistió en seleccionar 10 plantas al azar de diferentes puntos de la parcela, cada una fue analizada durante 5 minutos. Esta observación se realizó desde los brotes jóvenes (la parte apical) hasta las hojas que se encuentran en la base de la planta con la ayuda de una lupa para identificar la presencia de huevos de paratarioza (*Bactericera cockerelli*). Las plantas fueron observadas cada 15 días y se registró los datos en el aplicativo EPICOLLECT5. Este muestreo también se utilizó para buscar entomopatógenos para *Bactericera cockerelli*.



**Figura 4-2:** Identificación de huevos de paratarioza (*Bactericera cockerelli*)

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

Por cada parcela experimental se seleccionó 6 plantas al azar, de cada una se tomó 4 hojas compuestas del tercio inferior de la planta, las hojas se guardaron en las fundas ziploc las mismas que fueron etiquetadas con el número de lote, fecha y número de planta para su análisis minucioso. Con la ayuda de una lupa se cuantificó el número de ninfas encontradas en las hojas. Las muestras se tomaron cada 15 días y se registraron los datos en el aplicativo EPICOLLECT5.



**Figura 5-2:** Recolección de muestra para la observación de ninfas de paratrioza (*Bactericera cockerrelli*)

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

Para el monitoreo del insecto adulto se instaló 1 trampa amarilla en el centro del cultivo a una altura de 1.5m por cada unidad experimental, las trampas fueron etiquetadas con el número de lote y fecha, estas fueron cambiadas cada 15 días, posteriormente con una lupa se contabilizó el número de insectos que cayeron en la trampa y se registraron los datos en el aplicativo EPICOLLECT5.

Para el monitoreo de los insectos se utilizó la trampa Jama, herramienta con la que se rodeó 5 veces cada una de las parcelas de estudio. Los insectos atrapados se colocaron en alcohol al 96% para ser identificados con precisión.



**Figura 6-2:** Utilización de Jama en las diferentes localidades

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

#### 2.4.4.2. Muestreo de las palomillas

Para el muestreo de las palomillas de la papa se emplearon feromonas sexuales para cada una de las especies (*Tecia solanivora* Polv.), (*Phthorimaea operculella* Zeller.) y *Symmetrischema tangolias* Gyen). Los corchos de feromonas se instalaron en ganchos de alambre dentro de las botellas plásticas de 1 galón. Las trampas fueron colocadas a una distancia de 10 metros entre sí. Se tomo las muestras cada semana con la ayuda de un colador se contabilizó el número de palomillas que caían en las trampas. Los datos se registraron en el aplicativo EPICOLLECT5.



**Figura 7-2:** Conteo de palomillas

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

#### 2.4.4.3. Muestreo Entomopatógenos

Para realizar el muestreo de organismos entomopatógenos se observó con la ayuda de una lupa los foliolos de la papa a fin de encontrar huevos, ninfas y adultos con indicios de haber sido infectados por algún microorganismo y tomar las muestras en un microtubo con agua destilada. Las muestras son trasladadas al laboratorio donde son incubadas en la cámara húmeda y se examina el crecimiento del microorganismo que afecta la muestra.





**Figura 8-2:** Diseño de las parcelas en monitoreo

Realizado por: Caranqui L. 2021.

## 2.5. Diseño experimental

### 2.5.1. Diseño experimental paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

Para la evaluación de la población de (*Bactericera cockerelli*) se utilizó el test de Friedman que es la alternativa no paramétrica a la prueba ANOVA, ya que al realizar la prueba de Shapiro Wilk no presentó normalidad debido al número de 0 que poseían los datos.

#### 2.5.1.1. Huevos

**Tabla 4-2:** Diseño experimental de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en su estado huevo

Bloques	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	M1	M1	M1
2	M2	M2	M2
3	M3	M3	M3
4	M4	M4	M4
5	M5	M5	M5

Realizado por: Caranqui L. 2021.

### 2.5.1.2. Ninfas

**Tabla 5-2:** Diseño experimental de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en su estado ninfal

Bloques	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	M1	M1	M1
2	M2	M2	M2
3	M3	M3	M3
4	M4	M4	M4
5	M5	M5	M5

Realizado por: Caranqui L. 2021.

### 2.5.1.3. Adulto

**Tabla 6-2:** Diseño experimental de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en su estado de adulto

Bloques	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	M1	M1	M1
2	M2	M2	M2
3	M3	M3	M3
4	M4	M4	M4
5	M5	M5	M5

Realizado por: Caranqui L. 2021.

### 2.5.2. *Diseño experimental para palomillas*

Debido al alto coeficiente de variación se realizó la transformación de los datos de la población de las especies de palomillas a logaritmo natural para realizar el análisis de varianza de la población con la interacción de localidad por especie, con la transformación se obtuvo la normalidad de los datos esto se pudo comprobar con la prueba de Shapiro Wilk (Anexo G) y también se puede observar en el gráfico de Q-Q Plot (Anexo H).

En la investigación se realizó los experimentos en diferentes localidades teniendo el mismo diseño básico de un diseño de bloques completos al azar, se realizó el análisis considerando el diseño básico, pero combinando localidades, así se obtiene un experimento en serie (Lobato, 2021).

## Ajuste en el análisis de varianza

El cuadrado medio (CM) del error para encontrar el F calculado (Fc) para el factor A y para el factor B será la interacción, este proceso se efectuó en el InfoStat a fin de obtener el análisis de un experimento en serie (Rivera, 2017).

**Tabla 7-2:** Diseño experimental de las palomillas

Muestreos	Especie	Barrio El Norte	Panecillo	Dolorosa
1	Ph	M1	M1	M1
1	Ts	M1	M1	M1
2	Ph	M2	M2	M2
2	Ts	M2	M2	M2
3	Ph	M3	M3	M3
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
10	Ph	M10	M10	M10

Realizado por: Caranqui L. 2021.

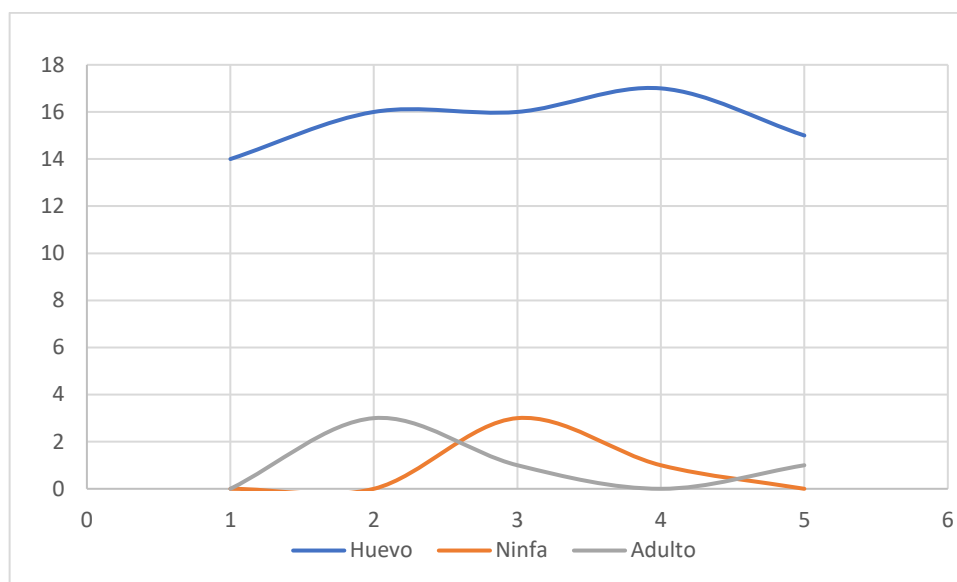
### 2.5.3. *Procesamiento de la información*

La evaluación de la población de *Bactericera cockerelli* y las 3 especies de palomilla fueron tabulados en el programa estadístico InfoStat y se utilizó el Excel para realizar los gráficos de fluctuación.

## CAPÍTULO III

### 3.1. RESULTADOS

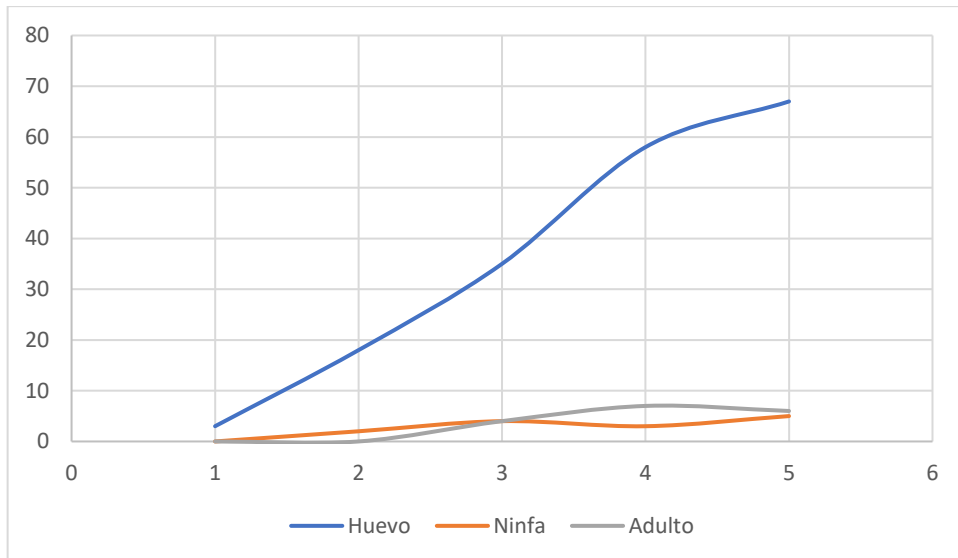
#### 3.1.1. Paratrioza



**Gráfico 1-3:** Fluctuación de la población de paratrioza en sus 3 fases en el ciclo de vida a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el Barrio El Norte

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

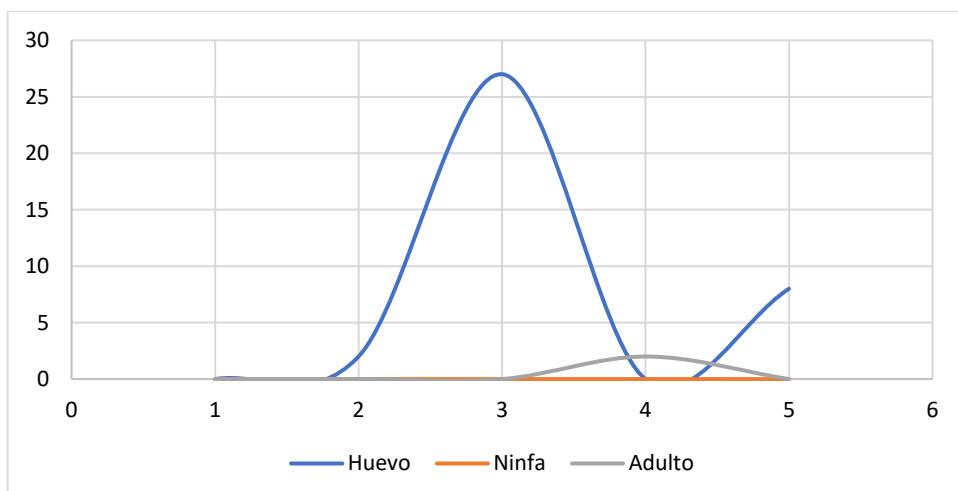
En el barrio El Norte existe presencia del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*), se encontró mayor abundancia en el estado de huevo como se puede observar en el gráfico 1-3 donde la línea de fluctuación es superior a los estadios de ninfas y adultos. La cantidad máxima de huevos encontrados en esta localidad es de 17 en la semana 8 a una temperatura de 11.3 °C (ANEXO E) en la toma de datos 4. En el caso de las ninfas no se encontraron en las primeras 5 semanas, no obstante en la semana 6 se pudo presenciar 3 ninfas, en cuanto a los adultos de paratrioza se encontró una cantidad máxima de 2 individuos en la semana 3 y toma 2.



**Gráfico 2-3:** Fluctuación de la población de paratrioza en sus 3 fases en el ciclo de vida a partir del 18 de agosto hasta el 20 de octubre de 2021 en El Panecillo

Realizado por: Caranqui L. 2021.

De acuerdo con el gráfico 2-3 en la localidad El Panecillo se encontró paratrioza en sus tres estados predominando la presencia de huevos pues se encontró hasta 69 huevos en la última semana, las ninfas y los adultos se encuentran en menor cantidad no obstante se notó un incremento la última semana con una abundancia de 5 ninfas y 6 adultos. El crecimiento poblacional del psílido de la papa en esta área de estudio no se vio muy afectada por la temperatura y la precipitación, más bien el aumento se dio por la falta de control al cultivo por parte del agricultor pese a que se le informó la presencia de esta plaga.



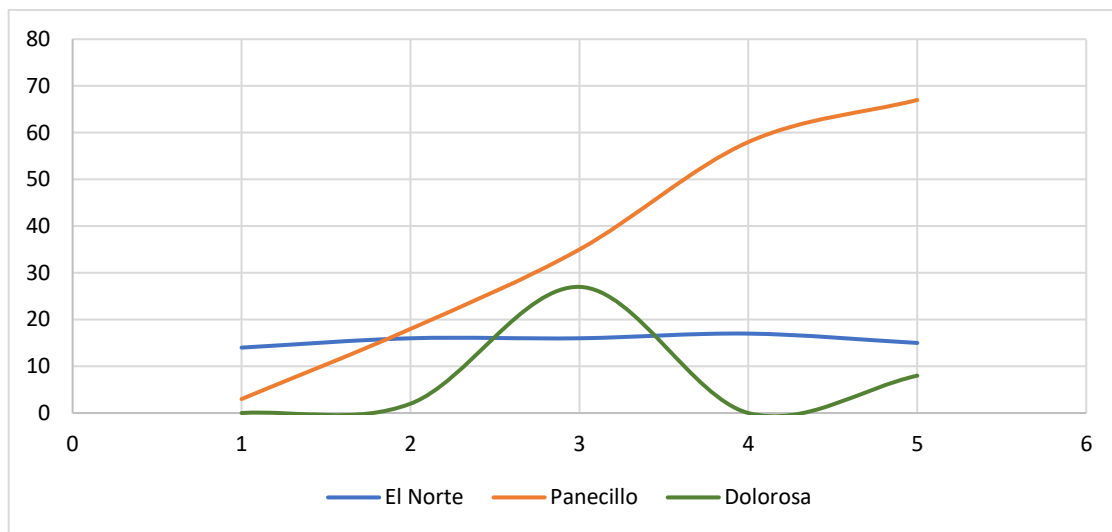
**Gráfico 3-3:** Fluctuación de la población de paratrioza en sus 3 fases en el ciclo de vida del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en La Dolorosa

Realizado por: Caranqui L. 2021.



### 3.1.1.1. Huevos

En la zona alta no se detectó individuos del psílido en la primera semana del monitoreo sin embargo en las siguientes semanas se registró presencia de *Bactericera cockerelli* en su fase de huevo y adulto mas no se evidenció ninfas cómo se observa en el gráfico 3.3. En la semana 6, toma de datos 3, se registró la mayor abundancia de huevos con un total de 27. En el caso de los insectos adultos no se encontraron en las primeras semanas, pero se encontró 2 adultos en la toma de datos 4.



**Gráfico 4-3:** Fluctuación de la población de paratrioza en su estado de huevo del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

De acuerdo al gráfico 4-3 se observa que hay abundancia de huevos en la localidad el Panecillo tomando en cuenta que a medida que fue pasando el tiempo la población fue creciendo llegando a encontrarse hasta 67 huevos, en el barrio El Norte se mantuvo la población constante, en cambio en La Dolorosa no se encontró huevos en las primeras semanas pero en la toma de datos 4 se encontró 27 huevos.

**Tabla 8-3:** Prueba de Friedman para el estado de huevo en El Barrio El Norte, El Panecillo y La Dolorosa

El Norte	Panecillo	Dolorosa	T2	P
2,00	2,80	1,20	7,11	0,0168

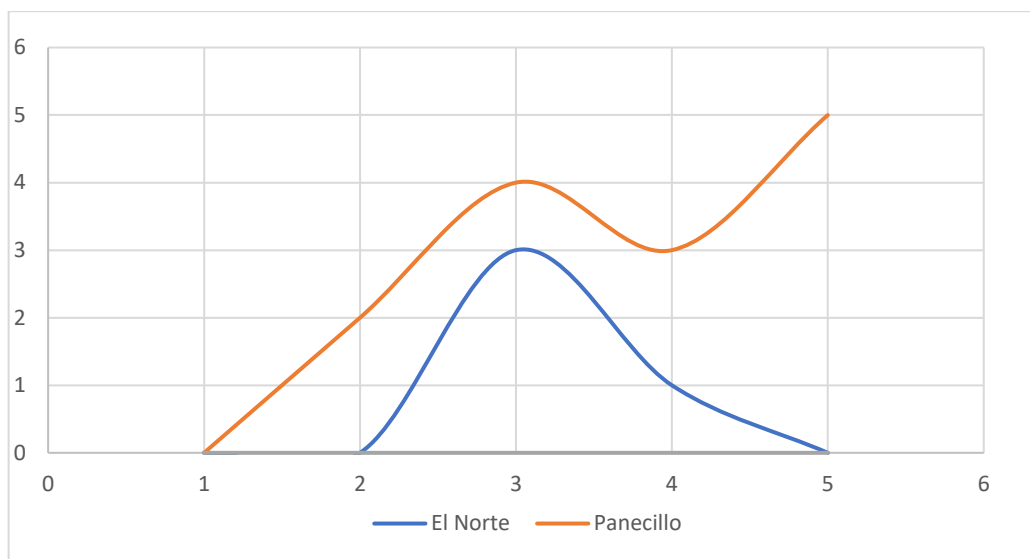
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos= 4,892

Tratamiento	Media (Ranks)		
Dolorosa	1,20	A	
El Norte	2,00	A	B
Panecillo	2,80		B

Realizado por: Caranqui L. 2021.

Según la prueba de Friedman hay diferencias estadísticas en la abundancia de huevos de Paratrioza en las tres localidades estudiadas. Se forman dos rangos: En el rango A están la Dolorosa con una media de 1,20 huevos y el barrio Norte con una media de 2,00. En el rango B están el barrio Norte y el Panecillo con una media de 2,40. En El Panecillo se encontró mayor abundancia de huevos de paratrioza a diferencia de La Dolorosa donde se encontró menor abundancia.

### 3.1.1.2. Ninfas



**Gráfico 5-3:** Fluctuación de la población de paratrioza en su estado de ninfa del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio

Realizado por: Caranqui L. 2021.

La paratrioza en su estado ninfal se encontró en mayor abundancia en el Panecillo donde las primeras semanas no se encontró ninguna ninfa como se puede observar en el gráfico 5-3, en esta localidad la abundancia de ninfas va creciendo al transcurrir el tiempo. En el caso del sector el norte tampoco se encontró muestras en los primeros monitoreos, sin embargo, en la toma de datos número 3 se encontró 3 ninfas. En la localidad de la Dolorosa no se encontró ninfas.

**Tabla 9-3:** Prueba de Friedman para el estado de ninfa en El Barrio El Norte, El Panecillo y La Dolorosa

El Norte	Panecillo	Dolorosa	T2	P
1,80	2,80	1,40	11,56	0,0044

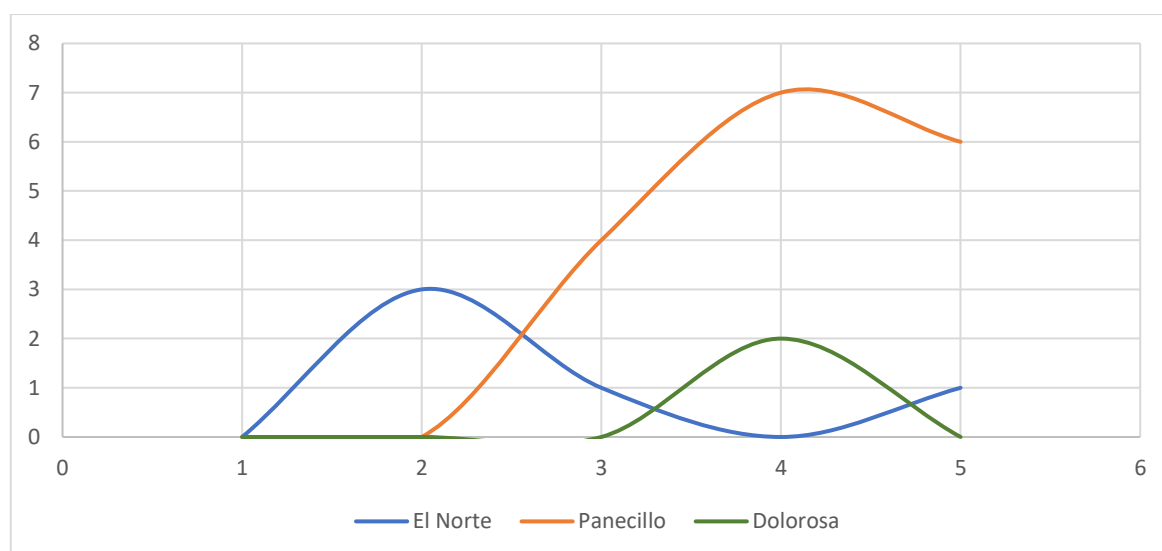
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos= 3,459

Tratamiento	Media (Ranks)
Dolorosa	1,40 A
El Norte	1,80 A
Panecillo	2,80 B

Realizado por: Caranqui L. 2021.

Según la prueba de Friedman hay diferencias estadísticas en la abundancia de ninfas de Paratrioza en las tres localidades estudiadas. Se forman dos rangos: En el rango A están la Dolorosa con una media de 1,40 ninfas y el barrio Norte con una media de 1,80. En el rango B está el Panecillo con una media de 2,80. En la tabla 9-3 se puede visualizar que se presenta una menor abundancia de ninfas en la localidad la Dolorosa mas no presenta una diferencia significativa con la localidad el Norte, no obstante, existe una mayor abundancia de ninfas en el sector del Panecillo.

### 3.1.1.3. Adultos



**Gráfico 6-3:** Población de Paratrioza en su estado adulto del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las localidades de estudio

Realizado por: Caranqui L. 2021.

De acuerdo la gráfico 6-3 en las primeras semanas no se encontraron adultos de paratrioza pero al transcurrir el tiempo la mayor abundancia de la población de adultos se halló en la localidad el Panecillo, el crecimiento de la población de adultos de paratrioza en este sector empieza desde la toma de dato 3 llegando a encontrarse hasta 7 adultos en la toma de datos 4. En el Barrio el Norte la abundancia máxima fue de 3 adultos, mientras que hubo un menor número de población en el sector la Dolorosa con 2 individuos en la toma de datos 4.

**Tabla 10-3:** Prueba de Friedman de la población de adultos de paratrioza.

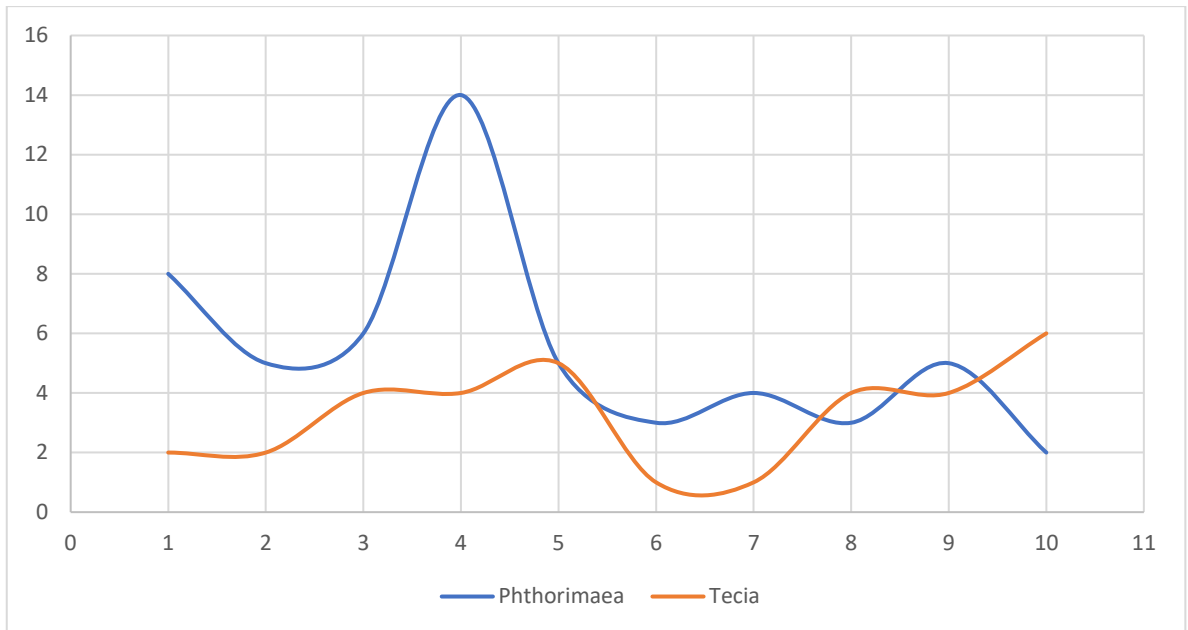
El Norte	Panecillo	Dolorosa	T2	P
2,00	2,50	1,50	2,00	0,1975

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

En la prueba de Friedman Tabla 10-3 realizada a los datos de la población de adultos de la paratrioza se determinó que el valor de  $p = 0,1975$  que es mayor a  $0,005$  por lo cual estos datos no son significativos.

### 3.1.2. Palomillas

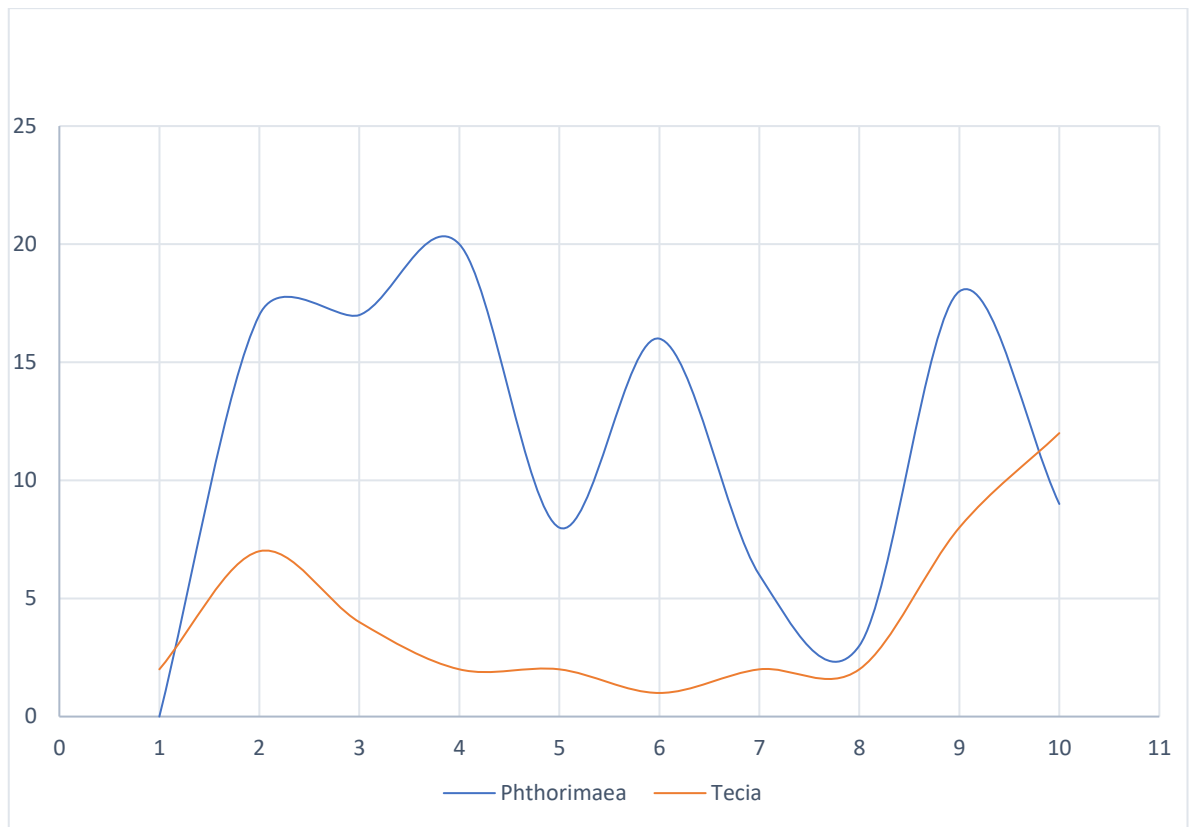
En las localidades de estudio se constató la presencia de palomillas especie (*Phthorimaea operculella*) y (*Tecia solanivora*) de acuerdo a las muestras tomadas de las trampas con feromonas específicas para las dos especies ya mencionadas, sin embargo en las tres zonas de estudio no se encontró abundancia de la población *Symmetrischema tangolias* debido a que las feromonas designadas para esta especie atrajeron a palomillas muy pequeñas de antenas largas y alas anteriores de coloración gris oscuro con manchas gris claro, características que le pertenecen a la polilla del tomate (*Tuta absoluta*).



**Gráfico 7-3:** Fluctuación de la población de *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el sector La Dolorosa

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

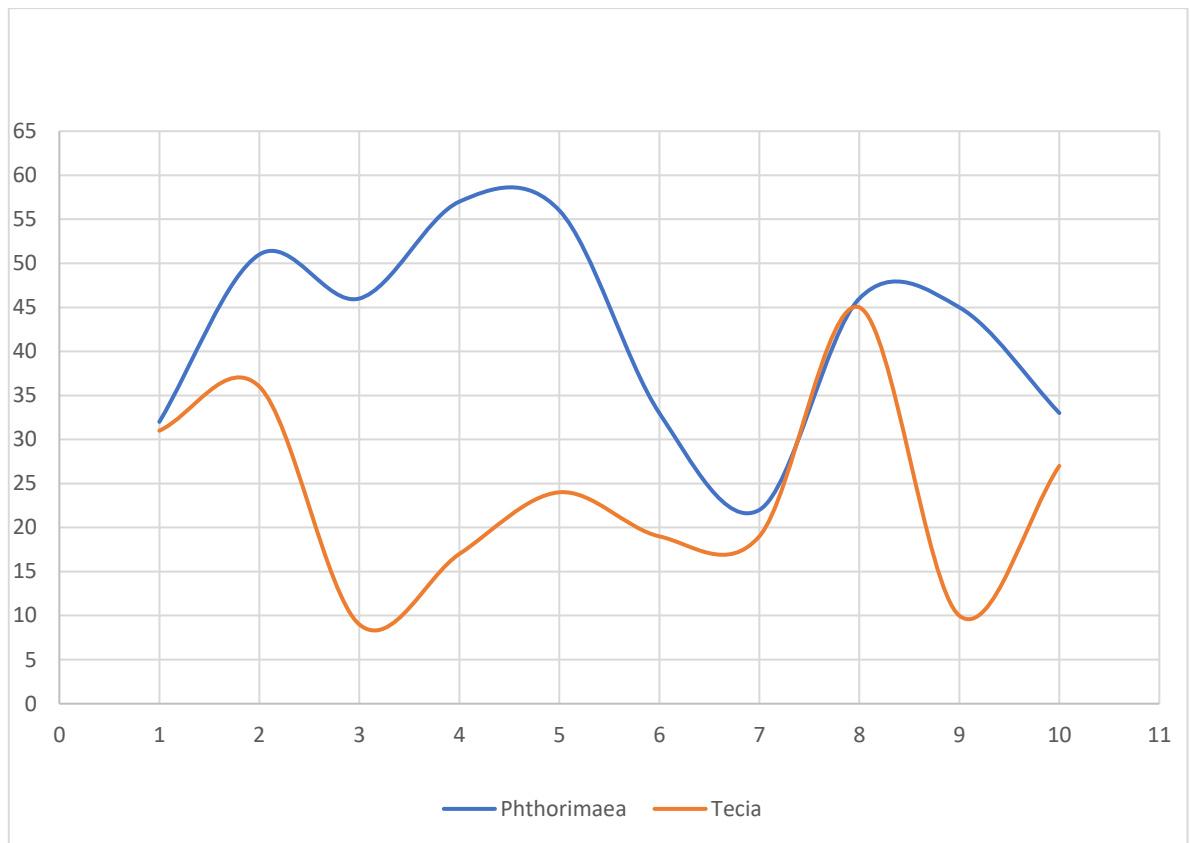
En el sector de la Dolorosa que está localizada a una altitud de 3450,8 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 10,43 °C se encontró mayor población de *Phthorimaea operculella*, como se puede ver en la gráfico 7-3 la abundancia de *Phthorimaea operculella* es superior a la fluctuación de *Tecia solanivora* ya que se registró 16 adultos en la semana 4, mientras que la abundancia más alta de *Tecia solanivora* fue de 6 adultos capturados en la semana 10 donde también se puede observar que hubo un descenso de la población de *Phthorimaea operculella*.



**Gráfico 8-3:** Fluctuación de la población de *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el sector El Panecillo

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

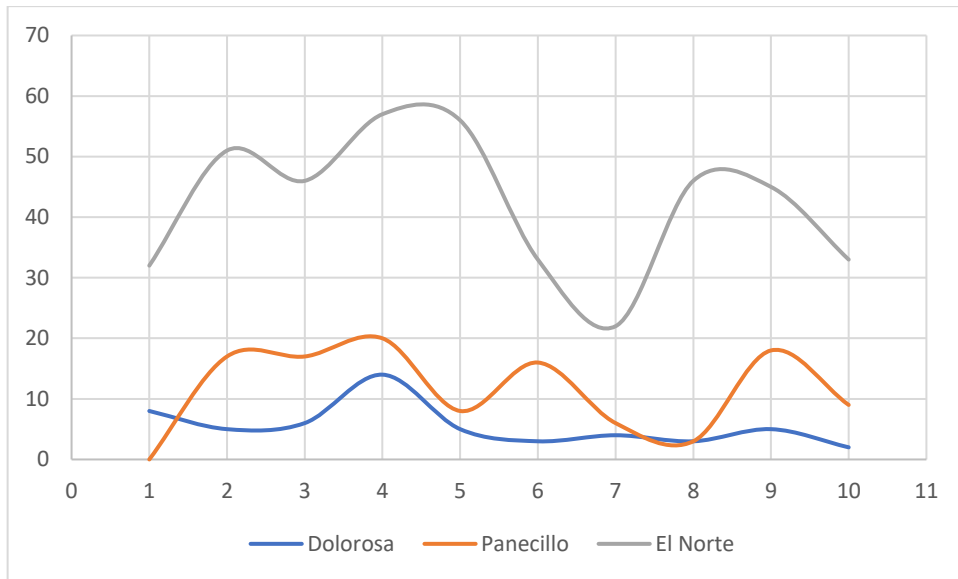
En el gráfico 8-3 se puede observar que en la zona 2 perteneciente al Panecillo localizada a una altitud de 3401.65 y temperatura promedio de 10,4 °C, la primera semana no se encontró individuos de *Phthorimaea operculella*, sin embargo, al transcurrir el tiempo hubo mayor abundancia de esta especie en comparación a la población de *Tecia solanivora* registrándose 20 palomillas adultas en la semana 4. También se observa que la abundancia máxima de *Tecia solanivora* fue de 12 adultos en la semana 10.



**Gráfico 9-3:** Fluctuación de la población de *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en el sector El Barrio El Norte.

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

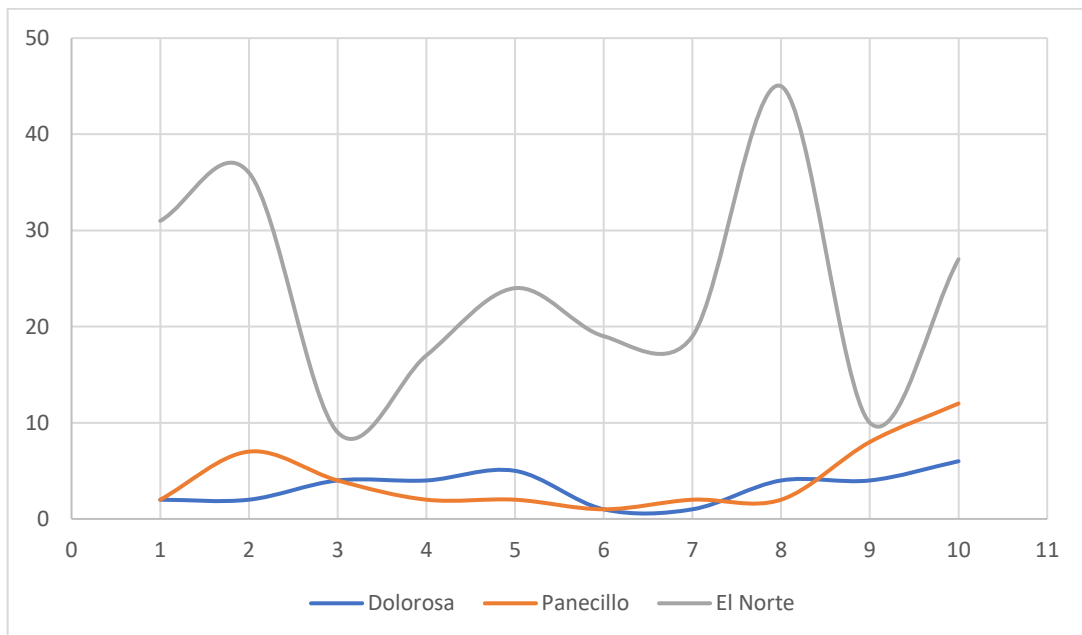
En el barrio El Norte ubicada a una altitud de 3278,57 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 10.46 °c se registró mayor abundancia de población de *Phthorimaea operculella* como se puede visualizar en el gráfico 9-3 con 57 individuos en la semana 4, por otra parte, la mayor abundancia de *Tecia solanivora* se observó en la semana 8 con 45 palomillas de esta especie, al igual que los gráficos anteriores en la semana 10 se observa un incremento en la población de *Tecia solanivora*.



**Gráfico 10-3:** Fluctuación de la población de *Phthorimaea operculella* a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio

Realizado por: Caranqui L. 2021.

En el gráfico 10-3 se puede observar que hay mayor población de *Phthorimaea operculella* en el Barrio El Norte donde la abundancia de palomillas de esta especie es de 57 en la semana 4, a su vez en el sector la Dolorosa se encuentra el menor número de población puesto que se obtuvo un máximo de 14 adultos en la semana 4. Por otra parte, en el sector El Panecillo se halló 20 individuos en la semana 4. En los sectores Dolorosa y Panecillo no existe mucha diferencia poblacional de esta palomilla.



**Gráfico 11-3:** Fluctuación de la población de *Tecia solanivora* a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en las diferentes localidades de estudio

Realizado por: Caranqui L. 2021.



De acuerdo a la grafica 11-3 en el Barrio El Norte existe mayor abundancia de la poblacion de *Tecia solanivora* en comparacion con los sectores La Dolorosa y El Panecillo. Siendo así que en este barrio se encontró hasta 57 palomillas en las trampas, seguida de la localidad El Panecillo donde se halló 12 adultos y en el sector de la Dolorosa se encontró el menor número de población alcanzando tan solo 6 individuos. En estos dos últimos sectores el aumento poblacional se suscitó en la semana 10.

**Tabla 11-3:** ANOVA

F.C	S.C	G	C.M	F	P<	ERROR
VALOR						
MODELO	58,92	5	11,78	33,30	<0,0001	
LOCALIDAD	47,48	2	23,74	32,76	0,0269	(Localidad*Especie)
ESPECIE	9,66	1	9,66	13,33	0,0675	(Localidad*Especie)
LOCALIDAD*ESPECIE	1,45	2	0,72	2,05	0,1391	
ERROR	18,76	53	0,35			
TOTAL	77,68	58				
CV					27,78	

Realizado por: Caranqui L. 2021.

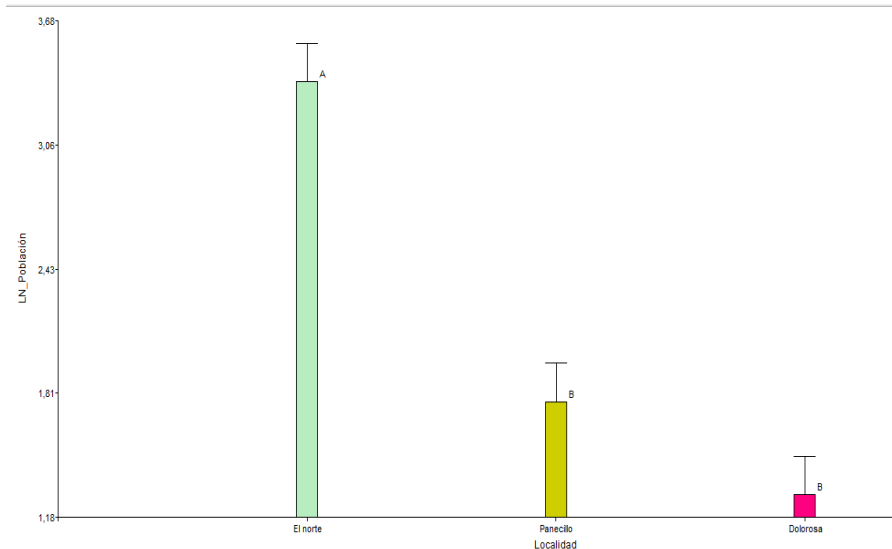
Debido al alto coeficiente de variación se realizó la transformación de los datos de la población de las especies de palomillas a logaritmo natural para realizar el análisis de varianza de la población con la interacción de localidad por especie. En la tabla 11-3 observamos que en localidad hay una diferencia significativa ya que su pv es 0,0269, mientras que en especies no presenta significancia ya que su pv valor es de 0,0675. En la interacción entre localidad \* especies tampoco hay diferencias significativas porque su Pv valor es >0,005. El coeficiente de variabilidad es de 27,78% por lo tanto son datos confiables.

**Tabla 12-3:** Test Tukey localidades

Localidades	Medias	N	E.E	
El Norte	3,38	20	0,19	A
Panecillo	1,76	19	0,20	B
Dolorosa	1,30	20	0,19	B

Realizado por: Caranqui L. 2021.

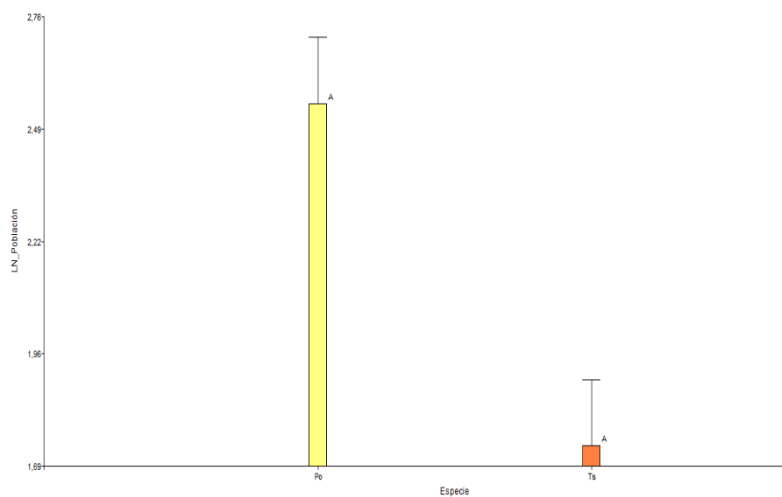
En la tabla 12-3 se aplicó la prueba de Tukey (0.05) donde se puede observar dos grupos claramente diferentes que son el A y B. En el grupo A se encuentra el Barrio El Norte con mayor abundancia de palomillas, en cambio las localidades El panecillo y La Dolorosa pertenecen al grupo B, y no presenta diferencia significativa entre el número de poblaciones.



**Gráfico 12-3:** Gráfico de barras entre localidades y población

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

En el gráfico 12-3 se puede visualizar que la localidad con mayor abundancia de población de palomillas es El barrio el Norte, a diferencia del sector la dolora que cuenta con menor cantidad de individuos. Por otra parte, las localidades La Dolorosa y El Panecillo no presentan diferencia significativa en su población.



**Gráfico 13-3:** Gráfico de barras entre Población y especie de palomillas

**Realizado por:** Caranqui L. 2021.

Después de realizar el test tukey y realizar el gráfico 13-3 se observa que hay mayor abundancia de *Phthorimaea operculella* y la especie de *Tecia solanivora* presentó una menor abundancia, sin embargo, entre las dos especies no existe diferencia significativa en su abundancia.

### 3.1.3. Entomopatógenos

Tras realizar el muestreo de organismos entomopatógenos en las localidades La Dolorosa, El Panecillo y Barrio El Norte desde el 18 de agosto hasta el 20 octubre de 2021 se observó con la ayuda de una lupa los foliolos de la papa donde no se encontró huevos, ninfas y adultos con indicios de haber sido infectados por algún microorganismo entomopatógeno.

## 3.2. Discusión

La investigación tuvo como objetivo evaluar la fluctuación de *Bactericera cockerelli* Sulc. en cultivos establecidos de *Solanum tuberosum* L. en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, localizadas en la provincia de Tungurahua desde el 18 de agosto hasta el 20 de octubre de 2021. En las 3 áreas de estudio situados a una altitud que va de 3278 m.s.n.m. hasta los 3451 m.s.n.m. se detectó la abundancia de la población de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en sus tres fases de vida, lo que no concuerda con la investigación titulado Bioecología de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi realizada por Manobanda (2020, p. 18) donde no se encontró población de psílido de la papa en zonas superiores a los 3000 m.s.n.m. las variaciones de estos resultados se deben a que el psílido de la papa posee un vuelo que alcanza hasta 1.5 Km de altura lo que hizo posible la dispersión por las localidades donde no se presentaban con anterioridad, así lo indicó el MAG (2010), además los cultivos de la familia solanaceae infectados como tomate y pimientos cercanos a las plantaciones de papa pudieron influir para la propagación de psílido en estas zonas. La presencia de estos insectos también se debe a los niveles óptimos de temperatura de los sectores experimentados ya que tienen una temperatura promedio de 10,4°C lo que concuerda con los estudios realizados en la revista “Champingo Series Zonas Áridas” (Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* B. y L.) (Homoptera: Triozidae) en cultivos de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.), en el cual se señala que la *Bactericera cockerelli* se puede desarrollar hasta una temperatura mínima de 7° C.

La fluctuación poblacional del psílido de la papa muestra relación con la precipitación de estos sectores aumentando el número de individuos en los periodos secos. En la semana 6 se pudo observar mayor población de psílido, esto se dio por que hubo una precipitación de 7,7 mm siendo la época de sequía lo que influye en el crecimiento poblacional, tal como lo menciona Crespo et al. (2012) entre más precipitación haya menor será la población o viceversa. El descenso de la población se dio en la semana 8 con 12,4 mm siendo así la mayor precipitación durante todo el periodo de registro de datos. Cabe señalar que en el trabajo de investigación realizado por Martínez (2017, p. 2) enfatiza que el aumento de temperatura afecta positivamente en la tasa de

reproducción, desarrollo y duración del ciclo de vida de los insectos. Así se pudo demostrar en nuestra investigación que la temperatura también influyó en la abundancia de esta población observándose incrementos en la semana 4 que se registró una temperatura de 10,11 °C y en la semana 10 una temperatura de 11,2 °C.

La zona media correspondiente al Panecillo se encuentra a una altura de 3402 m.s.n.m. y cuenta con la mayor población de psíldos de la papa, aunque en las primeras semanas no presentaba individuos puesto que se realizaba el control químico cada 10 días por la falta de economía se dejó de aplicar los agroquímicos en el cultivo ocasionando el aumento de la población, al respecto el MAG (2010) menciona que una vez diagnosticado el insecto se debe realizar los controles adecuados que son biológico, químico, cultural y legal de esta manera se reducirá la población a niveles que no generen pérdidas económicas.

De acuerdo con los resultados se obtuvo mayor presencia de *Phthorimaea operculella* en todas las 3 localidades de estudio, encontrándose así en la zona baja un total de 421, en la zona media 114 y en la zona alta 55 adultos. Esta palomilla presentó mayor población en la zona baja ya que se encuentra a una altitud de 3278 m.s.n.m. donde las condiciones climáticas para el desarrollo de las palomillas fueron favorables como nos muestra Barragan (2005, p. 6) en su publicación “Identificación, biología y comportamiento de las polillas de la papa en el Ecuador” esta especie se desarrolla hasta los 3500 m.s.n.m. siendo así que entre menor sea la altitud donde se encuentran los cultivos habrá mayor incidencia de esta plaga. Acotando a esto el barrio el Norte tiene un clima más cálido en comparación a los 2 sectores restantes influyendo así al aumento de la población. La localidad con menor población de esta especie es La Dolorosa ya que se encuentra en la zona más alta por lo tanto las temperaturas son bajas por ende ocasionan el descenso de la población, adicional a esto los agricultores realizaban la aspersion de la parcela cada 10 días y se realizaba las labores culturales adecuadas para prevenir cualquier plaga. Cabe mencionar que hubo un pico alto en la fluctuación de la población en las semanas 4 y 5 debido a que fueron las más secas, la semana 4 con una precipitación de 6,78 mm y la semana 5 con 7,33 mm de precipitación generando las condiciones ideales para el desarrollo de la población de *Phthorimaea operculella* como lo indica Vignola et al. (2017) la falta de precipitación ocasiona la sequía favoreciendo a condiciones climáticas ideales para la proliferación de insectos como las palomillas.

A comparación de la *Phthorimaea operculella* en los monitoreos realizados se encontró menor abundancia de la población de las palomillas especie *Tecia solanivora*, muestreando en la zona baja 237, zona media 42 y en la zona alta 33 adultos, siendo así la zona baja con mayor abundancia de *Tecia solanivora* debido a que está situado a una altura de 3278 m.s.n.m. presentando así esta

localidad las condiciones más aptas para el aumento poblacional, como se menciona en la investigación de Monitoreo de la polilla (*Tecia solanivora*) de Gallegos et al. (1997, p. 31) esta especie se desarrolla hasta una altura de 3200 m.s.n.m. aproximadamente, por esta razón no se presentó poblaciones altas en las dos localidades restantes, aunque no existe mucha variación de la población en estas localidades porque la zona media se encuentra a una altitud de 3401 m.s.n.m. mientras que la zona más alta esta 3451 m.s.n.m. En las últimas semanas del monitoreo se observó el aumento de esta población pues el cultivo se encontraba en su etapa final, tal como lo menciona Torres (1998, p. 22) que la población de *Tecia solanivora* va creciendo a medida que se desarrolla el cultivo, los individuos se incrementan considerablemente desde el comienzo de la tuberización y llegando al punto más alto de su fluctuación en las semanas antes de la cosecha.

La especie *Symmetrischema tangolias* no se encontró en las 3 zonas de estudio ya que la feromona que se utilizó no capturó esta especie, de acuerdo a Barragan (2002, p. 9) la palomilla adulta de la especie *Symmetrischema tangolias* se caracteriza porque en la base del ala anterior presenta una mancha triangular de color café oscuro, sus alas posteriores son de color gris claro con pubescencia amarillas en la parte distal y su cuerpo posee escamas de color gris, características que no presentaban las especies encontradas en los monitoreos correspondientes a las feromonas designadas para esta población. Sin embargo, se registró palomillas muy pequeñas, con antenas largas y alas anteriores de coloración gris oscuro con manchas gris claro.

Según García y González (2013) citado en Pacheco et al. (2020) los entomopatógenos son todos aquellos microorganismos como hongos, nemátodos, bacterias y virus que al inocular al insecto plaga generan una enfermedad provocando así la muerte. De acuerdo con las observaciones y las tomas de muestra realizadas desde el 18 de octubre del 2021 hasta el 20 de noviembre del 2021 no se encontraron huevos, ninfas y adultos con signos de haber sido infectados por entomopatógenos en ninguna de las localidades de estudio, esto se debe al uso indiscriminado de agroquímicos en los cultivos que afectó el crecimiento de microorganismos de interés biológico.

## CONCLUSIONES

Al evaluar la presencia de psílicos (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en sus tres estadios se evidenció que la altitud y temperatura de las localidades influyen en la fluctuación de la población así también depende del control realizado por los agricultores para erradicar esta plaga. Es así cómo se registró la presencia de *B. cockerelli* en las tres localidades indagadas. En la zona baja (El Norte) situado a una altitud de 3278 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 10,46°C se registró 5 adultos, 4 ninfas y 78 huevos. En la zona media (El Panecillo) a una altitud de 3400,56 m.s.n.m. y una temperatura de 10,44°C aproximadamente se detectó 17 adultos, 14 ninfas y 181 huevos siendo el sitio con mayor número de población debido a la falta del manejo integrado de plagas. Se identificó menor cantidad de individuos en la zona alta (La Dolorosa) con 2 adultos y 37 huevos pues posee una altitud de 3450,8 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 10,43°C.

Se encontró abundancia de palomillas especie *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*, la mayor población de estas dos especies se registró en la zona baja barrio El Norte con una altura de 3278 m.s.n.m. y temperatura promedio de 10,46°C, seguida de la zona media El panecillo con una altitud de 340,65 m.s.n.m. con temperatura promedio de 10,44°C, que no presentó mucha variación con el número de individuos encontrados en la zona alta La Dolorosa con una altura de 3250,8 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 10,43 °C, pues las alturas de estas localidades no son tan diferentes. La altitud y la temperatura de los sectores de estudio son determinantes para el desarrollo de estas plagas.

*Phthorimaea operculella* predomina en las 3 localidades de estudio con un total de 590 palomillas durante todo el periodo de investigación a comparación de *Tecia solanivora* con 312 palomillas. El mayor pico de fluctuación de la población de *Phthorimaea operculella* fue en la semana 4 por las bajas precipitaciones, mientras que la fluctuación más alta que presentó la población *Tecia solanivora* fue en las últimas semanas de la investigación porque el cultivo entró a su etapa de formación de tubérculos.

En la investigación realizada en la zona baja Barrio El Norte, zona media el Panecillo y zona alta la Dolorosa no se encontraron psílicos de la papa (*Bactericera cockerelli*) con signos de haber sido infectados por algún microorganismo entomopatógeno debido al uso indiscriminado de agroquímicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) por parte de los productores.

## RECOMENDACIONES

La población de *Bactericera cockerelli* es una plaga que afecta a la familia Solanaceae haciendo que su propagación sea rápida además de tener huéspedes como la hierba mora y el chamico, por esta razón se debe hacer monitoreos durante todo el año para así tomar las medidas adecuadas y controlar la población.

Se recomienda realizar los riegos pertinentes en las épocas de sequía ya que fueron los periodos donde hubo un incremento de la población de las especies de palomillas, así se evitará las fisuras del suelo y las larvas no podrán llegar a infectar los tubérculos.

Debido al posible mal uso de agroquímicos no se encontró entomopatógenos para el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) así, se sugiere realizar capacitaciones sobre el manejo integrado de plagas a los productores y así evitar más daños a los organismos de interés.

## GLOSARIO

**Altitud:** Distancia vertical que existe entre un punto determinado de la tierra en relación con el nivel del mar y se mide en metros (m.s.n.m.) (Instituto Geográfico Nacional, 2020).

**Entomopatógenos:** proviene de raíces griegas (entomon: insecto, pathos: enfermedades, gennân: engendrar), son todos los microorganismos que ocasionan enfermedades a los insectos (Debach, 1977, p. 399).

**Manejo Integrado de plagas:** es la combinación de diversas formas de control que tiene como objetivo conservar el nivel del daño ocasionado por la plaga por debajo del límite económico (Rivera, 2017).

**Feromonas sexuales:** sustancias químicas liberadas por un organismo para atraer individuos de la misma especie y son mayormente utilizadas para el control de plagas (Gómez, 2013).

**Ninfas:** son aquellos que al eclosionar del huevo son muy similares a sus adultos excepto en su tamaño y proporciones estructurales, es decir es la etapa inmadura de un animal, es activo e independiente (Lobato, 2021).

**Psílido:** es un insecto diminuto perteneciente a la familia Triozidae, se alimenta de la savia de las plantas inyectando saliva tóxica que causa enfermedades a las plantas, es considerada como un limitante para los cultivos de la familia Solanaceae (Toledo, 2016, p. 2).



## BIBLIOGRAFÍA

**ARAQUE, César & GARCÍA, Jesus.** Manual Integrado de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanívora* (Povolny). [En línea] 1999. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] Disponible en:

[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16112/40126\\_24705.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16112/40126_24705.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**BÁEZ, Francisco.** Prospección y eficiencia de parasitoides nativos de las polillas de la papa *Tecia solanívora* (Povolny), *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *phthorimaea operculella* (Zeller) en el Ecuador. [En línea] 2011. [Citado el: 15 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4493/1/iniapscCDEVENTOS%20CIENT%20C3%208dFICOS53.pdf>

**BARRAGAN, Álvaro.** Identificación, biología y comportamiento de las polillas de la papa en el Ecuador. [En línea] 2005. [Citado el: 13 de Noviembre de 2021.] Disponible en: [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cc-2010/010044653.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/010044653.pdf)

**Caicedo, Jorge; et al.** First report of 'Candidatus *Phytoplasma aurantifolia* (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador. [En línea] 15 de Noviembre de 2015. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14747/1/First%20report%20of%20%27Candidatus%20Phytoplasma%20aurantifolia%27%20%2816SrII%29%20associated%20with%20potato%20purple%20top%20in%20San%20Gabriel-Carchi%20Ecuador..pdf>

**CASTILLO, Carmen; et al.** Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. [En línea] 2018. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] Vol. 47. 0815-3191. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324807646\\_Detection\\_and\\_molecular\\_characterization\\_of\\_a\\_16SrIF\\_phytoplasma\\_in\\_potato\\_showing\\_purple\\_top\\_disease\\_in\\_Ecuador/link/5e591bbc4585152ce8f64bd0/download](https://www.researchgate.net/publication/324807646_Detection_and_molecular_characterization_of_a_16SrIF_phytoplasma_in_potato_showing_purple_top_disease_in_Ecuador/link/5e591bbc4585152ce8f64bd0/download)

**CATILLO, José.** Efecto del parasitismo de *Orgilus lepidus* Mues., *Apanteles subandinus* Blanch. y *Dolichogenidea gelechiidivoris* Marsh. (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Symmetrischema tangolias* (Gyen), en tubérculos de papa. [En línea] 2016. [Citado el: 15 de Septiembre de 2021.] Disponible en:

[http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/1477/Castillo\\_Ticse\\_Jose\\_Antonio\\_Titulo\\_Profesional\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/1477/Castillo_Ticse_Jose_Antonio_Titulo_Profesional_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CRESPO, Leonardo; et al.** Distribución espacial de *Bactericera cockerelli* (Sulc)(HEMIPTERA: TRIOZIDAE) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* (Brot.)). [En línea] Mayo de 2012. [Citado el: 05 de Enero de 2022.] Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000300008.2521-9766](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000300008.2521-9766)

**CUESTA, Hugo; et al.** Guía de manejo de la punta morada de la papa. [En línea] 2018. [Citado el: 13 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5653/1/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20la%20Punta%20Morada%20de%20la%20Papa%201ra%20edici%C3%B3n.pdf>

**DE LA ROSA, Siverio; et al.** ZEBRA CHIP. [En línea] Julio de 2019. p. 3. [Citado el: 13 de Septiembre de 2021.] Disponible en: [https://www.icia.es/icia/download/Zebra\\_Chip/Zebra\\_Chip.pdf](https://www.icia.es/icia/download/Zebra_Chip/Zebra_Chip.pdf)

**DEBANCH, Paul.** *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. Madrid - España : Ed. Mundi-Prens, 1977. ISBN: 978-84-7114-060-9. pág. 399.

**RAMÍREZ, M, et al.** "Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* B. y L.) (Homoptera: Triozidae) en cultivos de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Chamingo Series Zonas Áridas*, Vol VII, n°1 (2008), (México) p.48

**GALLEGOS, Patricio y SUQUILLO, Jeovani.** Monitoreo de la polilla (Tecia solanivora). [En línea] 1997. p. 31. [Citado el: 13 de 11 de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4313/6/iniapsc146p29.pdf>

**GÓMEZ, Marta.** Feromonas . [En línea] 2013. [Citado el: 24 de Enero de 2022.] <https://www.rentokil.com/es/blog/feromonas-que-son-y-como-actuan/>

**INEC.** Población y demografía . [En línea] 2010. [Citado el: 23 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>

**Instituto Geográfico Nacional.** La Altitud. [En línea] 2020. [Citado el: 20 de Enero de 2022.]. Disponible en: <https://www.ign.es/recursos-educativos/descubre-territorio/altitud.html>. 162-19-052-9

**INTAGRI** Manejo Integrado de Paratrioza. [En línea] 2016a. [Citado el: 06 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-paratrioza>

**INTAGRI.** La Enfermedad del “Permanente del Tomate”. [En línea] 2017b. [Citado el: 13 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-enfermedad-del-permanente-del-tomate>. 83

**LARRAÍN, Patricia.** Polilla de la papa y su manejo *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). [En línea] 2001. p. 1. [Citado el: 15 de Septiembre de 2021.]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/5015/Informativo%20INIA%20N%c2%b0%2002?sequence=1&isAllowed=y>. 0717-4047

**LOBATO, Irene.** Ninfas de Insectos. [En línea] Febrero de 2021. [Citado el: 24 de Enero de 2022] Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/ninfa-de-insecto/>

**MAG.** SFE desarrolla Plan de acción ante la cercanía de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.). [En línea] 2010. [Citado el: 14 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>

**MANOBANDA, Alexandra.** “Bioecología de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) En el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi”. [En línea]. ( Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato (Ambato - Ecuador). 2020. p. 18. [Citado el: 14 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31417/1/003%20Tesis%20maestr%c3%adas%20Cambio%20Clim%c3%a1tico%20-%20Manobanda%20Maribel%20%20.pdf>

**MARIN, Antonio, et al;** Ciclo Biológico y morfológico del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sul.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad "Permanente del Jitomate" en el bajo. [En línea] 1995. pp. 30-31 [Citado el: 06 de Septiembre de 2021.] Disponible en: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7237/Ciclo\\_biologico\\_y\\_morfologia\\_del\\_salerillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7237/Ciclo_biologico_y_morfologia_del_salerillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**MARTÍNEZ, Susana.** El tiempo, las plagas (animal y/o vegetal) y las plantas. Pronóstico de enfermedades y plagas . [En línea] 2017. p. 2. [Citado el: 04 de Enero de 2022.] Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/34765/mod\\_resource/content/1/El%20tiempo%20-%20las%20plagas%20y%20enfermedades.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/34765/mod_resource/content/1/El%20tiempo%20-%20las%20plagas%20y%20enfermedades.pdf)

**MUÑOZ, Francisco y CRUZ, Luis.** Manual del cultivo de papa. *INIAP*. [En línea] Enero de 1984. p. 17. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] Disponible en: [https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/manual%20de%20papa\\_completo.pdf](https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/manual%20de%20papa_completo.pdf)

**OIRSA.** 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. [Citado el: 06 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>

**OTINIANO, Ronal.** Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. [En línea]. Octubre de 2018. pp. 20, 22,23,,25,28. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>. 978-612-47608-0-8

**PACHECO, Lourdes; et al.** "Organismo entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México", *Revista mexicana de ciencias forestales*, Vol. 10, n° 56 (2020), (México)

**PAZ, Ivette y ACUÑA, María.** Plagas insectiles - lepidóptera. *manualinia.papachile.cl*. [En línea] 2015. [Citado el: 06 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://manualinia.papachile.cl/?page=manejo&ctn=80#polillapapa>

**PDOT YANAYACU.** PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL YANAYACU. [En línea] 2015. [Citado el: 23 de Septiembre de 2021.] Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1865014110001\\_PDOT\\_GAD%20YANAYACU%202015\\_16-06-2016\\_11-48-17.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1865014110001_PDOT_GAD%20YANAYACU%202015_16-06-2016_11-48-17.pdf)

**PROINPA.** Principales plagas del cultivo de papa en Bolivia. Bolivia : PROINPA, 2004. 84-8370-290-8

**PUMISACHO, Manuel y SHERWOOD, Stephen.** *El cultivo de papa en Ecuador.* Quito : EC: INIAP, 2002. ISBN: 136,137. 9978-92-183-4. pp, 21-137

**RIVERA, William. 2017.** Guía del Manejo Integrado de Plagas: Enfoque de responsabilidad en la producción. [En línea] Octubre de 2017. [Citado el: 24 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/manejo-integrado-de-plagas-enfoque-de-responsabilidad-en-la-produccion.0603268>

**ROMÁN, Miguel y HURTADO, Guillermo.** Cultivo de la papa. [En línea] Diciembre de 2002. pp. 12, 19. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] Disponible en : <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>

**SESA-MAG.** Plan emergente para el control de la polilla guatemalteca de la papa tecia solanivora (Povolný), en la provincia del Carchi y Monitoreo en el callejón Inteandino. Documento elaborada por la División de Vigilancia Epidemiológica y Emergencia Fitosanitarias. Ecuador : s.n., 1997

**TOLEDO, Milton.** Manejo de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de la papa. [En línea] 2016. pp. 1,2 [Citado el: 06 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B4174e/B4174e.pdf>

**TORRES, Hebert.** Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú. [En línea] Julio de 2002. p. 57. [Citado el: 23 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf>. 92-9060-212-0

**TORRES, Wills.** Biología y Manejo Integrado de la Polilla en Centroamérica de la papa Tecia solanivora (Povolný) en Venezuela. [En línea] 1998. p. 22. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2745/BVE17048775e.pdf;jsessionid=6CADE32FD191D34F411FB8540E52A4E1?sequence=1>. 980-318-112-2

**VENEROS, Jaris.** Análisis de la distribución potencial de *phthorimaea operculella* (zeller), bajo condiciones del clima actual y un escenario de cambio climático. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Nacional Agraria la Molina (Lima - Peru). 2014. p. 21. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] Disponible en:

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1158/H10-V455-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**VIGNOLA, Raffaele; et al.** Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica. [En línea] Enero de 2017. [Citado el: 04 de Diciembre de 2021.] Disponible: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>

  
Ing. Christian Castillo



## ANEXOS

### ANEXO A: RECONOCIMIENTO DE LAS LOCALIDADES JUNTO A LOS INGENIEROS DEL MAG



### ANEXO B: INSTALACIÓN DE TRAMPAS





## ANEXO C: TRAMPA CROMÁTICA CON INSECTOS ATRAPADOS

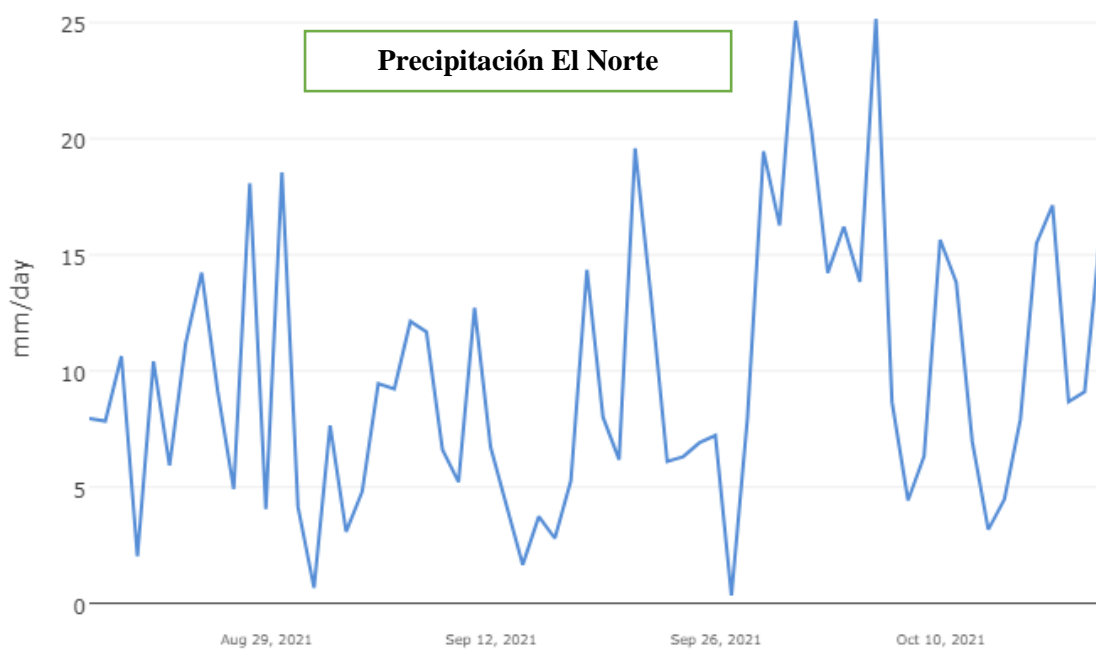
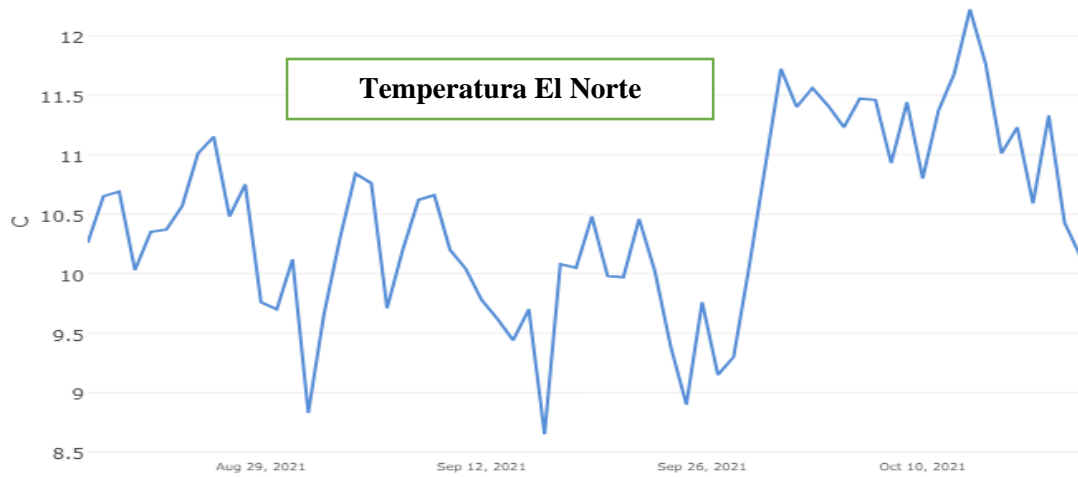


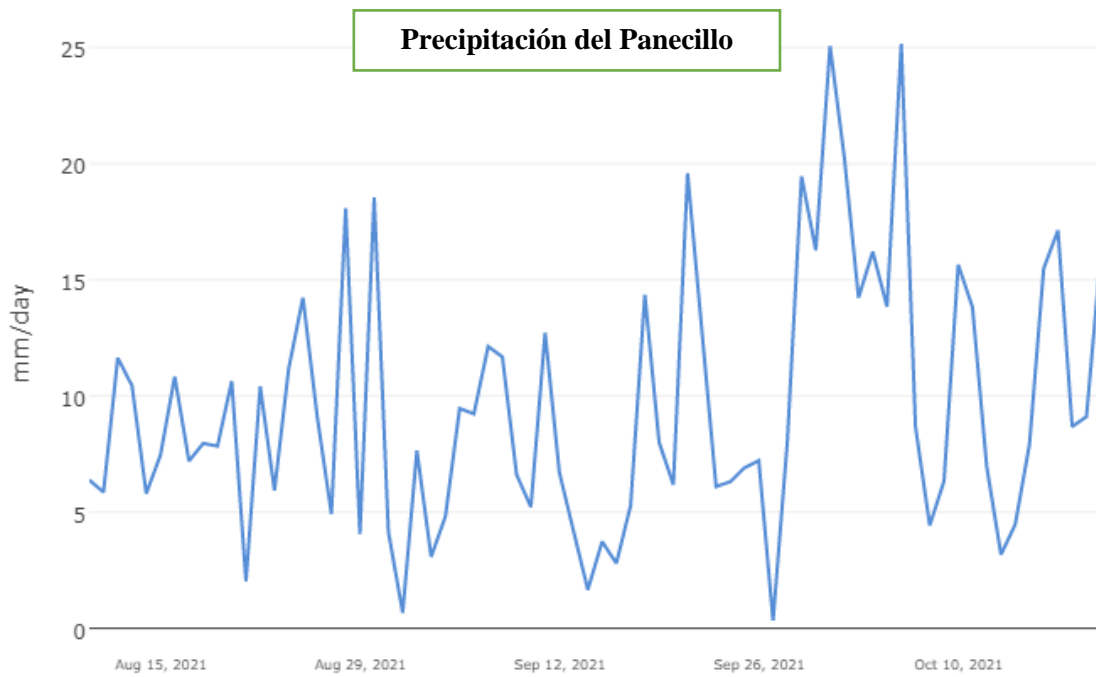
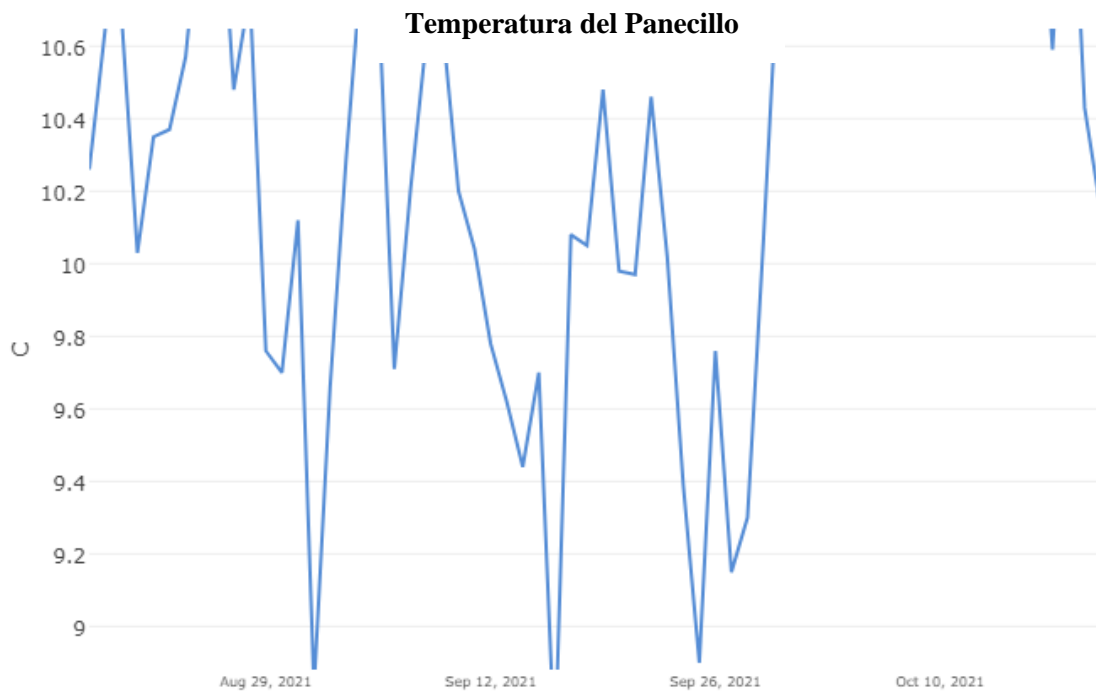
## ANEXO D: CONTEO DE PALOMILLAS

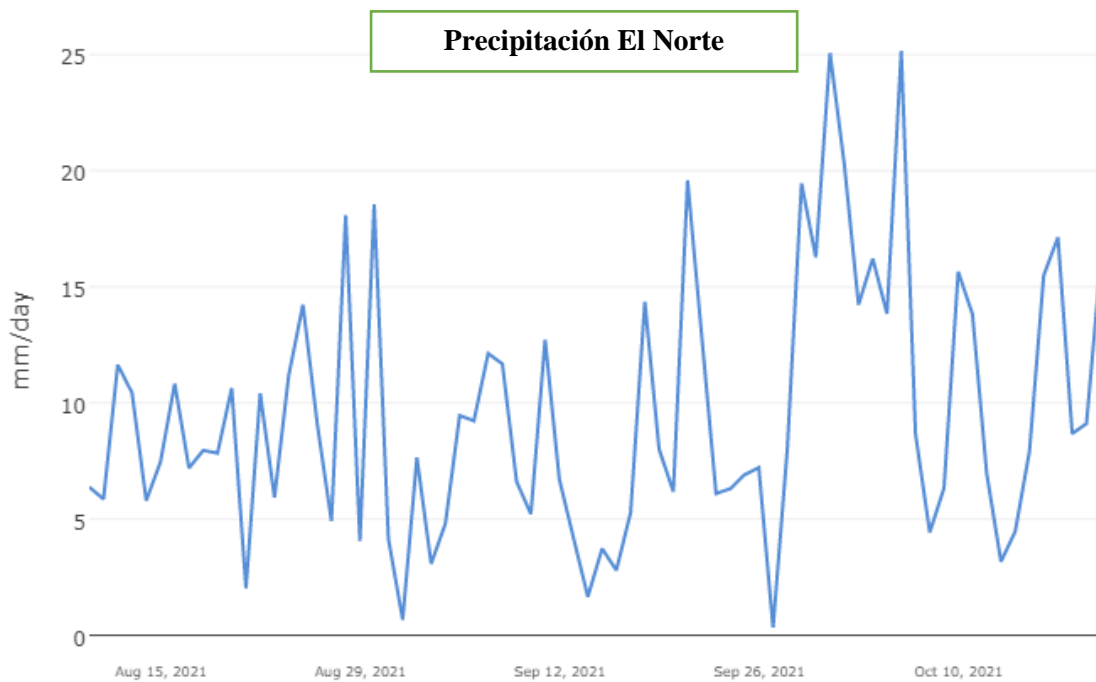
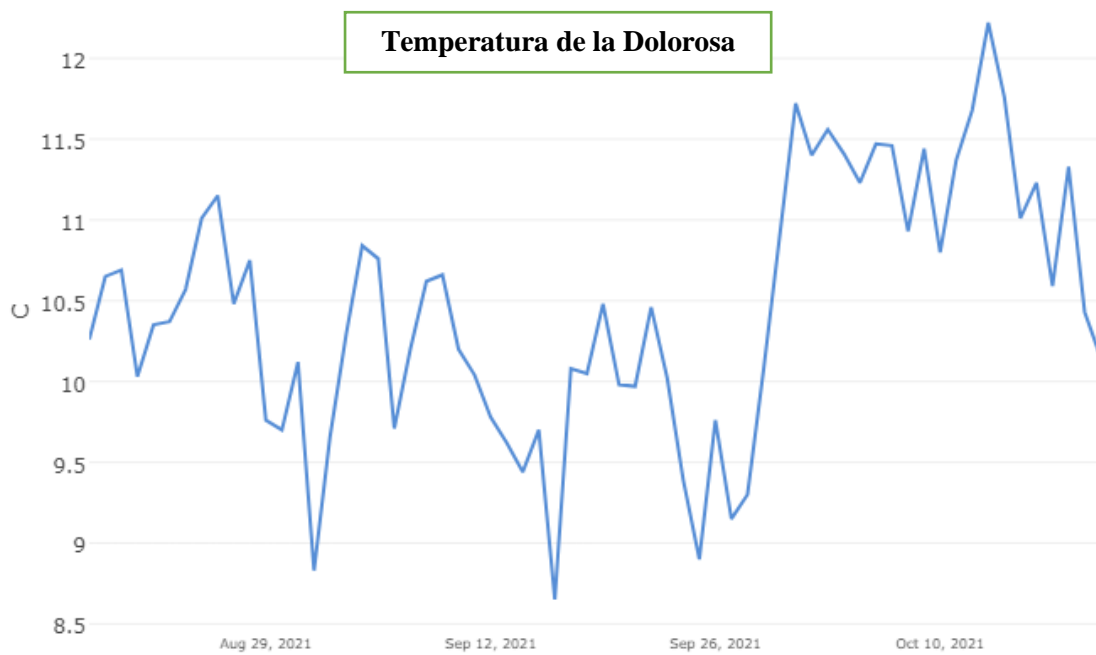




**ANEXO E: GRÁFICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO DURANTE EL PERIODO DE REGISTRO DE DATOS**







**ANEXO F: PROMEDIO SEMANAL DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DURANTE LA TOMA DE DATOS**

Semana	Fecha	Precipitación	Temperatura
Sema 1	18/8/2021	8,0	10,3
Sema 2	25/8/2021	8,9	10,4
Sema 3	1/9/2021	9,8	10,1
Sema 4	8/9/2021	8,3	10,4
Sema 5	15/9/2021	5,8	9,9
Sema 6	22/9/2021	9,9	10,0
Sema 7	29/9/2021	7,8	9,5
Sema 8	6/10/2021	12,4	11,3
Sema 9	13/10/2021	8,4	11,4
Sema 10	20/10/2021	11,3	11,1

**ANEXO G: PRUEBA DE SHAPIRO WILK DE LOS DATOS DE PALOMILLA**

Variable	N	Media	P
LN población	59	2,14	0,0060

**ANEXO H: GRÁFICO Q-Q PLOT (PALOMILLAS)**

