



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 GUAYARAPATA, EL CALVARIO, SAN
ISIDRO, TUNGURAHUA**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: STALIN PAUL MONTAGUANO OJEDA

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

Riobamba – Ecuador

2022

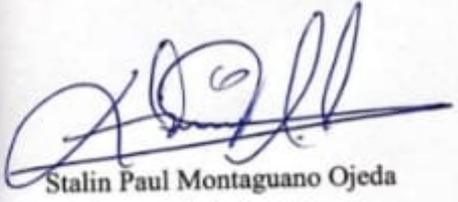
© 2022, Stalin Paul Montaguano Ojeda

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

Yo, STALIN PAUL MONTAGUANO OJEDA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor 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.

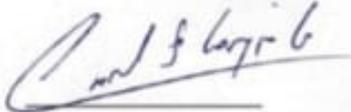
Riobamba, 03 de junio de 2022



Stalin Paul Montaguano Ojeda
180478693-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación titulado: **EVALUACIÓN DE LA FLUCTUACIÓN DE *Bactericera cockerelli* Sulc. Y LAS PALOMILLAS EN CULTIVOS ESTABLECIDOS DE *Solanum tuberosum* L. EN GUAYARAPATA, EL CALVARIO, SAN ISIDRO, TUNGURAHUA**, realizado por el señor: **STALIN PAUL MONTAGUANO OJEDA**, 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.

| | FIRMA | FECHA |
|---|--|--------------|
| Dr. Victor Alberto Lindao Córdova PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  | 2022-06-03 |
| Ing. Carlos Francisco Carpio Coba DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |  | 2022-06-03 |
| Ing. Armando Esteban Espinoza E. MIEMBRO DEL TRIBUNAL |  | 2022-06-03 |

DEDICATORIA

A mis padres, Luis M. y Fabiola O. que siempre me han brindados su apoyo incondicional, sus consejos, su amor y que a pesar de todas las adversidades que se han presentado en mi camino nunca dejaron de creer en mí. A mi hermana Valeria M. que de igual forma ha sido mi cómplice y nunca ha faltado su apoyo incondicional, de igual manera a toda mi familia que de una u otra forma supieron brindarme su apoyo.

Stalin

AGRADECIMIENTO

A dios por bendecirme con sabiduría para cruzar este largo camino y poder cumplir con mi sueño, y sobre todo por darme la fortaleza para afrontar todos los obstáculos que se han presentado a lo largo de mi carrera.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

De igual forma, mis agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Agronomía donde me he formado como persona y profesional, agradezco a mi Director de Tesis Ing. Carlos Carpio, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo, también al Ing. Armando Espinoza por formar parte de este trabajo que junto con mi director logramos el objetivo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

A mis amigos. Con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas. Aquellos amigos, que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

Stalin

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICAS..... | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPITULO I

| | |
|---|----|
| 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL..... | 5 |
| 1.1. Psílido de la papa..... | 5 |
| 1.1.1. <i>Taxonomía</i> | 5 |
| 1.1.2. <i>Características generales</i> | 6 |
| 1.1.3. <i>Daños ocasionados en el cultivo</i> | 9 |
| 1.2. Punta morada..... | 10 |
| 1.2.1. <i>Agente causal</i> | 10 |
| 1.2.2. <i>Problemas que ocasionan en el cultivo</i> | 11 |
| 1.3. Palomilla de la papa..... | 11 |
| 1.3.1. <i>Taxonomía</i> | 11 |
| 1.3.2. <i>Características generales</i> | 12 |
| 1.3.3. <i>Daños ocasionados en el cultivo</i> | 13 |
| 1.4. Cultivo de la papa..... | 14 |
| 1.4.1. <i>Característica</i> | 14 |
| 1.4.2. <i>Taxonomía</i> | 15 |
| 1.4.3. <i>Requerimientos</i> | 15 |
| 1.4.4. <i>Botánica</i> | 16 |
| 1.4.4.1. <i>La planta</i> | 16 |
| 1.4.4.2. <i>La flor</i> | 16 |
| 1.4.4.3. <i>El fruto</i> | 17 |
| 1.4.4.4. <i>Los tubérculos</i> | 17 |
| 1.4.5. <i>Fenología</i> | 17 |
| 1.4.5.1. <i>Fase de emergencia o brotación</i> | 17 |
| 1.4.5.2. <i>Fase de crecimiento de brotes laterales</i> | 18 |
| 1.4.5.3. <i>Fase de inicio de la tuberización</i> | 18 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.4.5.4. | <i>Fase de llenado de tubérculos</i> | 18 |
| 1.4.5.5. | <i>Fase de maduración</i> | 18 |
| 1.4.6. | Manejo del cultivo | 19 |
| 1.4.6.1. | <i>Preparación del suelo</i> | 19 |
| 1.4.6.2. | <i>Siembra</i> | 19 |
| 1.4.7. | <i>Fertilización</i> | 20 |
| 1.4.8. | <i>Suministro de agua</i> | 20 |
| 1.4.9. | <i>Plagas y Enfermedades</i> | 21 |

CAPITULO II

| | | |
|----------|---|----|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 22 |
| 2.1. | Características del lugar | 22 |
| 2.1.1. | <i>Localización</i> | 22 |
| 2.1.2. | <i>Ubicación geográfica</i> | 22 |
| 2.1.2.1. | <i>Coordenadas de Guayarapata (Lote 1)</i> | 23 |
| 2.1.2.2. | <i>Coordenadas de El Calvario (Lote 2)</i> | 23 |
| 2.1.2.3. | <i>Coordenadas de San Isidro (Lote 3)</i> | 23 |
| 2.2. | Identificación de las variables | 23 |
| 2.2.1. | <i>Variable dependiente</i> | 23 |
| 2.2.2. | <i>Variable independiente</i> | 24 |
| 2.3. | Materiales y equipos | 24 |
| 2.3.1. | <i>Materiales</i> | 24 |
| 2.3.2. | <i>Equipos de campo</i> | 24 |
| 2.3.3. | <i>Reactivos</i> | 24 |
| 2.3.4. | <i>Equipos de escritorio</i> | 25 |
| 2.4. | Métodos y técnicas | 25 |
| 2.4.1. | <i>Reconocimiento de los sitios de estudio</i> | 25 |
| 2.4.2. | <i>Actividades a desarrollar en el área de estudio</i> | 25 |
| 2.4.2.1. | <i>Elaboración e instalación de trampas para palomillas</i> | 25 |
| 2.4.2.2. | <i>Trampas monocromáticas para B. cockerelli</i> | 26 |
| 2.4.3. | <i>Recolección de datos</i> | 27 |
| 2.4.3.1. | <i>Recolección de datos para palomillas de la papa</i> | 27 |
| 2.4.3.2. | <i>Recolección de datos para paratrioza</i> | 28 |
| 2.4.3.3. | <i>Recolección de datos meteorológicos</i> | 29 |
| 2.4.3.4. | <i>Identificación de entomopatógenos</i> | 29 |
| 2.5. | Análisis de la población | 29 |
| 2.5.1. | <i>Análisis del diseño de bloques completamente al azar</i> | 29 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.5.2. | Características del diseño | 30 |
| 2.5.2.1. | <i>Diseño para palomillas de la papa</i> | 30 |
| 2.5.2.2. | <i>Diseño para B. cockerelli</i> | 31 |
| 2.5.3. | Estructura del diseño animado | 31 |
| 2.5.4. | Análisis funcional | 31 |

CAPITULO III

| | | |
|----------|---|----|
| 3. | RESULTADO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 32 |
| 3.1. | Resultados | 32 |
| 3.1.1. | Comportamiento poblacional del psílido (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.) | 32 |
| 3.1.1.1. | <i>Comportamiento poblacional general del psílido (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.) en las tres localidades de estudio</i> | 32 |
| 3.1.1.2. | <i>Comportamiento poblacional del psílido (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.) por cada localidad en estudio</i> | 33 |
| 3.1.1.3. | <i>Comportamiento poblacional de <i>Bactericera cockerelli</i> en Guayarapata</i> | 35 |
| 3.1.1.4. | <i>Comportamiento poblacional de <i>Bactericera cockerelli</i> en El calvario</i> | 37 |
| 3.1.1.5. | <i>Comportamiento poblacional de <i>Bactericera cockerelli</i> en San Isidro</i> | 38 |
| 3.1.2. | Comportamiento poblacional de las palomillas de la papa | 40 |
| 3.1.2.1. | <i>Comportamiento poblacional general de las palomillas <i>Tecia S</i> y <i>Phthorimaea O</i>, en las tres localidades de estudio</i> | 40 |
| 3.1.2.2. | <i>Comportamiento poblacional de las palomillas por cada localidad en estudio</i> | 41 |
| 3.1.2.3. | <i>Comportamiento poblacional de palomillas en Guayarapata</i> | 43 |
| 3.1.2.4. | <i>Comportamiento poblacional de palomillas en El Calvario</i> | 44 |
| 3.1.2.5. | <i>Comportamiento poblacional de palomillas en San Isidro</i> | 46 |
| 3.1.3. | Identificación de entomopatógenos | 47 |
| 3.1.4. | Datos meteorológicos registrados durante los días de monitoreo | 48 |
| 3.1.4.1. | <i>Datos de temperatura registrados en las tres localidades durante los monitoreos</i> | 48 |
| 3.1.4.2. | <i>Datos de precipitación registrados en las tres localidades durante los monitoreos</i> ... | 49 |
| 3.2. | Discusión de los resultados | 50 |

| | |
|---------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 53 |
|---------------------------|----|

| | |
|------------------------------|----|
| RECOMENDACIONES | 54 |
|------------------------------|----|

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Tabla 1-1: | Clasificación taxonómica del psílido..... | 5 |
| Tabla 2-1: | Clasificación taxonómica de la palomilla de la papa..... | 12 |
| Tabla 3-1: | Clasificación taxonómica de la papa | 15 |
| Tabla 1-2: | Características de las localidades en estudio. | 25 |
| Tabla 1-3: | Test (Tukey Alfa=0,05)..... | 34 |
| Tabla 2-3: | Cuadro análisis de varianza (ANAVA) para las palomillas de la papa. | 42 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figura 1-1: | Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> | 6 |
| Figura 2-1: | Primer estadio de <i>B. cockerelli</i> | 7 |
| Figura 3-1: | Segundo estadio de <i>B. cockerelli</i> | 7 |
| Figura 4-1: | Tercer estadio de <i>B. cockerelli</i> | 8 |
| Figura 5-1: | Cuarto estadio de <i>B. cockerelli</i> | 8 |
| Figura 6-1: | Quinto estadio de <i>B. cockerelli</i> | 9 |
| Figura 7-1: | Estado adulto de <i>B. cockerelli</i> | 9 |
| Figura 1-2: | Ubicación geográfica de los lotes en estudio..... | 22 |
| Figura 2-2: | Instalación de trampas para palomillas..... | 26 |
| Figura 3-2: | Instalación de trampas monocromáticas..... | 27 |
| Figura 4-2: | Conteo y registro de palomillas capturadas..... | 28 |
| Figura 5-2: | Muestras para identificar huevos y ninfas de <i>B. cockerelli</i> | 28 |
| Figura 6-2: | Muestreo de entomopatógenos..... | 29 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | | |
|----------------------|---|----|
| Gráfico 1-3: | Abundancia de la población total de <i>B. cockerelli</i> en cada muestreo (Julio 30 – Sept 24). | 32 |
| Gráfico 2-3: | Abundancia de la población total de <i>Bactericera cockerelli</i> en cada localidad (Julio 30 – Sept 24). | 33 |
| Gráfico 3-3: | Fluctuación de huevos de <i>B. cockerelli</i> en Guayarapata (Julio 30 – Sept 24).... | 35 |
| Gráfico 4-3: | Fluctuación de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en Guayarapata (Julio 30 – Sept 24) | 36 |
| Gráfico 5-3: | Fluctuación de adultos de <i>B. cockerelli</i> en Guayarapata (Julio 30 – Sept 24).... | 37 |
| Gráfico 6-3: | Fluctuación de huevos de <i>B. cockerelli</i> en El Calvario (Julio 30 – Sept 24)..... | 37 |
| Gráfico 7-3: | Fluctuación de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en El Calvario (Julio 30 – Sept 24) | 38 |
| Gráfico 8-3: | Fluctuación de huevos de <i>B. cockerelli</i> en San Isidro (Julio 30 – Sept 24)..... | 39 |
| Gráfico 9-3: | Fluctuación de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en San Isidro (Julio 30 – Sept 24) | 40 |
| Gráfico 10-3: | Abundancia total de las palomillas en cada monitoreo (Julio 23 – Sept 24)..... | 40 |
| Gráfico 11-3: | Abundancia total de las palomillas en cada localidad. | 41 |
| Gráfico 12-3: | Fluctuación de <i>T. solanivora</i> en Guayarapata (Julio 23 – Sept 24)..... | 43 |
| Gráfico 13-3: | Fluctuación de <i>P. operculella</i> en Guayarapata (Julio 23 – Sept 24). | 44 |
| Gráfico 14-3: | Fluctuación de <i>T. solanivora</i> en El Calvario (Julio 23 – Sept 24)..... | 45 |
| Gráfico 15-3: | Fluctuación de <i>P. operculella</i> en El Calvario (Julio 23 – Sept 24). | 45 |
| Gráfico 16-3: | Fluctuación de <i>T. solanivora</i> en San Isidro (Julio 23 – Sept 24)..... | 46 |
| Gráfico 17-3: | Fluctuación de <i>P. operculella</i> en San Isidro (Julio 23 – Sept 24). | 47 |
| Gráfico 18-3: | Variabilidad de temperatura en los tres sitios de estudio (Julio 23 – Sept 24)... | 48 |
| Gráfico 19-3: | Variabilidad de precipitación en los tres sitios de estudio (Julio 23 – Sept 24). .. | 49 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Elaboración de trampas para palomillas de la papa
- ANEXO B:** Muestreo descriptivo utilizado para la toma de datos
- ANEXO C:** Feromonas específicas para cada especie de palomilla.
- ANEXO D:** Registro de las diferentes especies de palomillas capturadas.
- ANEXO E:** Cuantificación de huevos y ninfas de paratrioza en muestras tomadas de diferentes plantas.
- ANEXO F:** Registro de la cuantificación de *B. cockerelli* en sus estadios de huevo, ninfa y adulto.
- ANEXO G:** Cuadro de análisis de la varianza para *B. cockerelli*.
- ANEXO H:** Graficas sobre datos meteorológicos registrados en las fechas de los monitoreos.
- ANEXO I:** Pesticidas que utilizan en la asociación para el control de plagas.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la fluctuación de paratrioza y las palomillas en cultivos establecidos de papa en tres localidades de la provincia de Tungurahua, para esto se realizó un total de 10 tomas de datos empezando del 23 de julio al 24 de septiembre del 2021, donde se consideró también el grado altitudinal de cada localidad. Para muestrear y determinar la fluctuación de paratrioza en su estado adulto se utilizó trampas monocromáticas de color amarillo, una por cada localidad, y para su estado de huevo y ninfa se realizó un muestreo destructivo recolectando una hoja compuesta de seis plantas al azar, y para evaluar la fluctuación de palomillas se utilizó trampas con feromonas sexuales para cada especie. Para el análisis de la población, utilizamos una variante del diseño de bloques completamente al azar, entonces para paratrioza se determinó que la fluctuación en Guayarapata con 28 huevos, 26 ninfas y 2 adultos es similar a la de el Calvario con 28 huevos, 31 ninfas y 0 adultos, a diferencia de San Isidro que solo se registró 4 huevos, 1 ninfa y 0 adultos. La fluctuación poblacional de la palomilla con relación a la especie *T. solanivora* se registró 15 individuos en Guayarapata, 4 en el Calvario y 9 en San Isidro, y con relación a *P. operculella* se registró 88 individuos en Guayarapata, 19 en El Calvario y 13 en San Isidro. De esta manera se llegó a concluir que el gradiente altitudinal interviene en la fluctuación, ya que a medida que la altitud aumenta las condiciones climáticas cambian y por ello los requerimientos para el desarrollo de estos individuos no serán los mismo en las diferentes localidades. Para confirmar con esta información se recomienda realizar más estudios de este tipo en diferentes grados altitudinales.

Palabras clave: <BACTERICERA>, <TUNGURAHUA(PROVINCIA)>, <PALOMILLAS>, <PARATRIOZA>, <PAPA (*Solanum tuberosum*)>


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

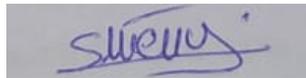


1319-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the fluctuation of *paratrioza* and moths in established potato crops in three localities of the Tungurahua province. For this purpose, it was carried out a total of 10 data collections from July 23 to September 24, 2021, where the altitudinal grade of each locality was also considered. It was used yellow monochromatic traps to sample and determine the fluctuation of *paratrioza* in its adult stage, one for each locality. For its egg and nymph stage, destructive sampling was conducted by collecting a leaf composed of six random plants. Finally, to evaluate the fluctuation of moths, traps with sex pheromones were used for each species. For the population analysis, it was used a variant of the completely randomized block design. Then it was determined that for *paratrioza* the fluctuation in Guayarapata with 28 eggs, 26 nymphs, and two adults is similar to El Calvario with 28 eggs, 31 nymphs, and 0 adults, unlike San Isidro, which only registered four eggs, one nymph, and 0 adults. The population fluctuation of the moth concerning the species *T. solanivora* was registered in 15 individuals in Guayarapata, 4 in El Calvario, and 9 in San Isidro, and to *P. operculella*, 88 individuals were registered in Guayarapata, 19 in El Calvario, and 13 in San Isidro. It was concluded that the altitudinal gradient intervenes in the fluctuation since the altitude increases and the climatic conditions change, therefore, the requirements for the development of these individuals will not be the same in the different localities. It is recommended to carry out further studies of this type at different altitudinal levels.

Keywords: <BACTERICERA>, <TUNGURAHUA(PROVINCE)>, <MOTHS>, <PARATRIOZA>, <POTATO (*Solanum tuberosum*)>



Silvana Patricia Celleri Quinde

C.C. 0602669830

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de gran importancia en Ecuador, específicamente en las regiones geográficas del norte, sur y centro del país para grandes, pequeños y medianos productores, este es el eje principal de la economía agrícola para 80.000 productores en nuestro país y sin lugar a duda, la papa está establecida entre uno de los alimentos básicos más importantes formando parte fundamental en la dieta básica de la población mundial para más de 16.000.000 de habitantes (Castillo y Cuesta, 2017: pp. 81-82). Además, Chehab y Jacome (2013: p. 2) mencionan que este cultivo dinamiza la economía en nuestro país ya que su producción es autosuficiente para el consumo en fresco, por ejemplo, el autoconsumo en finca es del 14%, Comercialización 86% del porcentaje que se comercializa, consumo fresco 80%, chips 4% (12.000 TM), exportaciones el 2%. Pero la producción de este tubérculo está influenciada por una serie de factores, entre los principales tenemos, la presencia de insectos plagas en el campo y en el lugar donde se almacena lo que provocan grandes pérdidas según lo que indican (Castillo y Cuesta, 2017: pp. 81-82).

Según INEC (2019), citado en (Olovacha, 2020: p. 15) menciona que actualmente la producción de papa se ve afectada por una enfermedad denominada punta morada la cual es transmitida específicamente por el vector paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.), de tal manera que ha reducido la producción del cultivo en un 70% en el Carchi, un 80% en Pichincha, 90% en Cotopaxi y un 30% en Tungurahua. Esta enfermedad ha alertado a muchos productores de papa y de otras solanáceas en diferentes provincias del Ecuador por su gran capacidad de ocasionar daños representativos en sus cultivos, en el año 2013 se detecta por primera vez esta enfermedad denomina la punta morada de la papa en la provincia de Carchi (INIAP, 2018. p. 1), luego en el año 2017 se detecta en las provincias de Pichincha y Cotopaxi, causando pérdidas de hasta el 100%. Principalmente las solanáceas están siendo afectadas por este psílido ya que al momento de alimentarse este insecto inyecta una saliva toxica en sus hojas dando como resultado un amarillamiento, encrespamiento de las hojas, necrosis del floema y del tallo, las puntas de la hoja toman un color morado, falta de vigor en el nuevo follaje, tubérculos aéreos, senescencia prematura y consecuentemente la muerte de la planta (Jim , 2010: p. 1), de tal manera que esta plaga ha causado pérdidas significativas en cuanto a su rendimiento y calidad de este producto a nivel nacional.

En cuanto a las palomillas Reyes (2017: p. 1), señala que son plagas que se debe tomar en cuenta ya que estas afectan la calidad de la papa en el campo y al ser almacenadas por lo tanto aumentan los costos de producción al agricultor, principalmente este problema se da en el estado inmaduro de la plaga, es decir en su estado larval, ya que estos invaden los tubérculos y se quedan dentro

de ellos, los mismos que al ser utilizados como semillas generan futuros problemas, puesto que la plaga reaparece nuevamente en el cultivo, infectando un campo donde no había presencia de la palomilla. Según (Reinoso, 1997: p. 2), Esta plaga está considerada como una de las de mayor importancia por su amplia distribución a nivel mundial. Sin embargo, en los últimos años ha adquirido importancia debido a su amplia dispersión en los países del área andina y por la magnitud de las pérdidas económicas que está causando a los productores de papa. (INIAP, 2003: p. 12) menciona que en el año de 1996 se confirmó por primera vez la presencia de la palomilla de la papa en nueve localidades de la provincia del Carchi en Ecuador, y desde entonces hasta la actualidad esta plaga se ha venido extendiéndose hacia otras localidades de la región sierra tanto en campo como en almacenamiento de manera que su presencia se ha visto en provincias tales como las de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar y Azuay, donde los agricultores tratan de realizar controles frecuentes para evitar pérdidas económicas.

Problema

Según investigaciones indican que Tungurahua es una provincia que ha tenido grandes pérdidas económicas en productores de papa debido al desconocimiento sobre el comportamiento poblacional en diferentes escenarios climáticos en el campo, precisamente del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.), en la papa (*Solanum tuberosum* L.) el mismo que transmite la enfermedad conocida como la Punta Morada que afecta casi en su totalidad el rendimiento del cultivo e incluso ocasiona la muerte de las plantas, consecuentemente incrementa los costos de producción en la plantación. De igual manera se observa el mismo problema con las palomillas (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.), que aparte de no saber cómo es su comportamiento poblacional en diferentes escenarios, existe tres especies de ésta, lo cual crea un desconocimiento y confusión en los papicultores al no saber cuál de estas se halla presente en la zona, por lo que son un agravante más en el cultivo de papa. Además, se toma en cuenta que el grado altitudinal de las localidades interviene en el comportamiento poblacional de estos insectos ya que los parámetros climáticos varían y por lo tanto los requerimientos para el desarrollo de cada insecto no son los mismo en diferentes zonas por lo que su presencia se ve afectada de una manera positiva o negativa, por ende, los papicultores desconocen si el lugar donde proceden a cultivar es el indicado para evitar problemas de infestación.

Justificación

Según Manobanda (2020: p. 12), en una investigación que realizó en la provincia de Tungurahua menciona que la fluctuación de *Bactericera cockerelli* Sulc. verificada en las zonas muestreadas en dicha investigación parece estar relacionada con la altura sobre el nivel del mar, puesto que esta especie no fue encontrada en aquellas localidades con alturas cercanas a los 3.000 msnm. Para el caso de las palomillas Figueroa (2004: p. 95) manifiesta que aparte del rango altitudinal en que se encuentra el cultivo, que, para el caso de las palomillas, estas se hallan de 0 a 4.000 msnm, también se debe tomar en cuenta factores climáticos como la temperatura y precipitación ya que estos influyen de manera directa en la densidad poblacional de esta plaga generando un retraso en mayor proporción de su desarrollo.

Por lo tanto, la presente investigación se enfocará en estudiar la fluctuación de la población del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de las palomillas (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.) en tres cultivos ya establecidos de papa en las localidades de San Isidro, Guayarapata y el Calvario en la provincia de Tungurahua, cuyas localidades para la investigación se encuentran en un gradiente altitudinal medio, alto y bajo respectivamente; de manera que con esta información logremos determinar la cantidad presente de estas plagas y el daño que ocasiona en los diferentes grados altitudinales en que se encuentra cada localidad. En estas localidades al existir papicultores que se dedican a producir papas de calidad para semilla y consumo de la población es muy importante entender como es el comportamiento de estas plagas en diferentes rangos altitudinales y cuáles son los parámetros que se debe tomar en cuenta con los cuales estas plagas adquieren un buen desarrollo y por lo tanto su aumento en el campo, de tal manera que con su presencia ocasionan daños en el cultivo y además de cuantiosas pérdidas económica. Por lo tanto, con este trabajo de investigación se comprobará si en las localidades donde se realizara los muestreos existe o no afluencia de *B. cockerelli* y de las palomillas.

OBJETIVOS

General

Evaluar la fluctuación de *Bactericera cockerelli* Sulc. y las palomillas en cultivos establecidos de *Solanum tuberosum* L. en Guayarapata, El Calvario, San Isidro, Tungurahua.

Específicos

- Valorar la fluctuación de los psílicos (*Bactericera cockerelli* Sulc.) de la papa.
- Valorar la fluctuación del complejo de las palomillas (*Tecia solanivora* Povolný., *Symmetrischema tangolias* Gyen. y *Phthorimaea operculella* Zeller.) de la papa.
- Identificar la población de entomopatógenos.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis Nula

La población del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de las palomillas no presentan variación en los cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Guayarapata, El Calvario, San Isidro, en Tungurahua.

Hipótesis Alterna

La población del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de alguna palomilla presentan variación en los cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en al menos una de las tres localidades de Tungurahua.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Psílido de la papa

Según Seminis (2017: p. 1) señala que el psílido de la papa afecta específicamente a la producción de todas las solanáceas, por lo general este insecto chupador, *B. cockerelli* Sulc., en su estado ninfal es cuando se alimentan y transmiten el fitoplasma por medio de la sabia causando daños en la planta cuyos síntomas son: amarillamiento, debilidad y sobre todo una disminución en la calidad y el rendimiento en la cosecha.

1.1.1. Taxonomía

Muñiz y Méndez (2015: pp. 6-7) indican que el profesor Cockerell de la Universidad de Colorado fue quien realizó la primera descripción taxonómica de esta especie con individuos que fueron recolectados en plantas de Chile, las mismas que habían sido introducidas hacia los Estados Unidos desde Sudamérica. Para el año 1909 por Sulc esta especie fue ubicada dentro del género *Trioza*, pasando al género *Paratrioza* en 1914 denominado así por Cawford y finalmente fue ubicada dentro del género *Bactericera* en la familia *Triozidae* en 1997 por Burckhardt y Lauterer, de tal manera que su clasificación taxonómica se describe como se muestra en la tabla 1-1 (Muñiz y Méndez, 2015: pp. 6-7).

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del psílido

| Nombre científico | <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc. |
|-------------------|-------------------------------------|
| Reino | Animal |
| Phylum | Artrópoda |
| Clase | Insecta |
| Suborden | Homóptera |
| Orden | Hemíptera |
| Familia | Triozidae |
| Género | <i>Paratrioza</i> |
| Especie | <i>Cockerelli</i> |

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

1.1.2. Características generales

El ciclo biológico de paratrioza consta de: Huevecillos, Ninfa (en este estadio pasa por 5 instares de desarrollo), y finalmente está el estado Adulto. Los huevos se depositan individualmente en el haz y envés de las hojas, por lo general cerca de los bordes. Posteriormente, los huevos al eclosionar dan lugar a las ninfas, mismas que se desplazan especialmente hacia la parte inferior de las hojas, donde permanecen durante todo su desarrollo, ya que optan por lugares protegidos y sombreados. Las ninfas y adultos emiten partículas blanquecinas que pueden adherirse al follaje y frutos. Los adultos son buenos voladores y saltan fácilmente cuando se les molesta. Por otro lado, las hembras ponen un promedio de 300-500 huevos durante su vida. El insecto tiene un aparato bucal tipo picador-chupador y posee un estilete formado por dos conductos semejantes a un par de “popotes”, uno para entrada y otro para salida (INTAGRI, 2016).

Según Toledo (2016a), describe cada uno de los estadios de este insecto de la siguiente manera:

Huevo

Los huevos se caracterizan por medir 0.3 mm de largo, los mismos son colocados en el envés y orillas de las hojas sobre pelos de 0.2 mm de largo que ayudan a adherirse a la hoja en donde permanece de entre 3 y 7 días, tiempo que demora esta etapa hasta pasar a la siguiente, además un huevo tiene una capacidad de supervivencia del 63%, siendo así que de los 232 huevos que puede colocar en una hembra durante su ciclo de vida, no todos eclosionan (Toledo, 2016a). Además, Figueroa (2015), indica que “estos son de forma ovoide, luce un color amarillo anaranjado brillante y en un extremo tiene un pequeño flagelo el cual le ayuda a adherirse a la hoja”.



Figura 1-1. Huevecillos de *Bactericera cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

Ninfa

Después de aproximadamente 7 días incubados los huevos estos eclosionan dando lugar a las ninfas que básicamente son el estadio intermedio entre huevo y adulto. Esta etapa de desarrollo

dura alrededor de 22 días donde la ninfa tiene una capacidad de supervivencia del 41%, estas permanecen inmóviles en el envés de las hojas donde pueden ser apreciadas a simple vista, como pequeñas conchas de color amarillo o verdoso (Toledo, 2016a). Según Becerra (1989) citado por Flores (2016: p. 57) menciona que hay cinco instares que son similares en sus rasgos morfológicos cuyos cambios estructurales principales en los instares son: el aumento de tamaño del cuerpo, desarrollo de alas y un número agregado de glándulas marginales de cera como se muestra a continuación:

Primer instar. – Aquí las ninfas son de color naranja, disponen de un par de antenas que sus segmentos en la base son cortos y gruesos, estos terminan en forma de un pequeño segmento delgado con la presencia de dos setas censoras; los ojos son de color rojo o naranja, y, además, durante este instar no se observan paquetes alares; las patas presentan una segmentación poco visible, al igual que el abdomen (Flores, 2016: pp. 57-60).



Figura 2-1. Primer estadio de *B. cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

Segundo instar. – Aquí ya se observa claramente como está construido el cuerpo, cabeza y abdomen. La cabeza se caracteriza por ser de un color amarillento, en la misma encontramos un par de antenas con un par de setas censoras incluidas, el tórax es de color verde amarillento y tiene el mismo tamaño del abdomen, aquí ya se observa la segmentación en las patas y en los cuatro primeros segmentos se observa un par de espiráculos (Flores, 2016: pp. 57-60).



Figura 3-1. Segundo estadio de *B. cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

Tercer instar. - Se definen perfectamente las constricciones del cuerpo, la cabeza es de color amarillo, las antenas se adelgazan en la parte media para terminar con dos setas censorsas; la coloración de los ojos es rojiza, aquí ya se observa en el tórax con mucha facilidad, los dos pares de alas en el mesotórax y metatórax; este es de color verde amarillento, el abdomen es de color amarillo y más redondo abajo del segundo par de alas (Flores, 2016: pp. 57-60).



Figura 4-1. Tercer estadio de *B. cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

Cuarto instar. - La cabeza es de color amarillo, los ojos son de color rojo oscuro, las antenas continúan con las mismas características, la segmentación de las patas se encuentra tan definida que se puede apreciar en la parte terminal de las tibiae posteriores tres espuelas, así como dos segmentos tarsales y un par de uñas (Flores, 2016: pp. 57-60).



Figura 5-1. Cuarto estadio de *B. cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

Quinto instar. – En este instar el tórax tiene una tonalidad verde oscura, las antenas están dispuestas en dos partes marcadas por una hendidura; la parte basal de dichas antenas se caracterizan por ser gruesas y la apical es filiforme; los ojos se por lo general son de color rojo, además, presentan tres espuelas en la parte terminal de las tibiae posteriores, dos segmentos tarsales y un par de uñas, asimismo, el abdomen es de forma semicircular (Flores, 2016: pp. 57-60).



Figura 6-1. Quinto estadio de *B. cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

Adulto

Después de cumplir su ciclo ninfal, estas mudan para convertirse en adultos. Una vez en su estado adulto se caracterizan por calcular 2.5 mm de longitud y por lo general se los encuentra volando o saltando a través del follaje del cultivo. En promedio una hembra puede sobrevivir hasta 60 días mucho más tiempo que un macho ya que estos pueden llegar a tener alrededor de 20 días de vida, el alimento de este insecto es la savia de las plantas, de manera que penetra un estilete de la boca en el floema absorbiendo así su alimento (Toledo, 2016a). Adicionalmente, INIFAP (2005), citado por Caranqui (2019: p. 7) menciona que los adultos de paratrioza son atraídos por el color amarillo o naranja neón, por lo cual para capturarlos se utilizan cuadros de madera pintados de estos colores, se colocan en estacas de madera a 50 cm arriba del cultivo. Las trampas se cubren con una bolsa de plástico transparente y pegamento en el exterior, o si se utiliza trampas cromáticas ya no es necesario. Ya en el campo las trampas se colocan después del trasplante con una separación de 20 o 25 metros entre ellas.



Figura 7-1. Estado adulto de *B. cockerelli*.

Fuente: (Muñiz, y Méndez, 2015).

1.1.3. Daños ocasionados en el cultivo

Las plantas afectadas inicialmente presentan un hábito de crecimiento erecto, principalmente en las hojas más jóvenes. Los folíolos se enrollan hacia el haz, iniciándose en su base, además, puede

adquirir una coloración amarilla o púrpura. El tallo presenta un aspecto más leñoso y puede haber abultamiento de los nudos, en ocasiones los entrenudos son más cortos y pueden mostrar tubérculos aéreos. Cuando la población de ninfas es muy alta, la planta presenta un color amarillo y termina por secarse, por cual, que para una manifestación severa de los síntomas se requiere de más de 15 ninfas por planta (Cortez y Hurtado, 2002). Como indica Flores (2016: pp. 57-60) los dos últimos instares son los más perjudiciales para el cultivo de la papa, ya que en estos se presentan un aparato bucal más definido con el cual transmiten toxinas muy dañinas, y es cuando en la planta se pueden apreciar fisiológicamente los diferentes síntomas de plantas enfermas, la toxina es una sustancia que llega a dañar las células que producen la clorofila en las hojas de las plantas las cuales dan el color verde a éstas.

1.2. Punta morada

En el norte de Ecuador, específicamente en la provincia del Carchi, varios de los agricultores informaron que la punta morada de papa fue identificada en plantas aisladas antes del 2013 a través de diferentes síntomas. Por causa de esta enfermedad ya se reportaron grandes pérdidas en cultivos de papa en las provincias de Imbabura, Pichincha y Cotopaxi en los años 2014 y 2018, y desde entonces dos fitoplasmas de diferentes grupos (16SrI-F, 16SrII) fueron reportados como los causantes de la enfermedad conocida como la punta morada de la papa (Castillo, 2019). Además, Cuesta, et al. (2019), indica que esta “es una enfermedad nueva que se ha reportado en Ecuador la cual en los últimos años viene siendo una limitante del cultivo y es causada por fitoplasmas transmitidos por el psílido de la papa”. “Por la falta de información sobre este problema fitosanitario el manejo del cultivo se ha vuelto complejo, de tal manera que se ha visto el incremento en el uso de pesticidas y ha generado pérdidas económicas significativas” (Castillo y Cuesta, 2017: pp. 81-82).

1.2.1. Agente causal

En Estados Unidos, dos especies de chicharritas como son: *Circulifer tenellus* y *Ceratagallia spp*, se ha comprobado que tienen suma importancia en ser los principales vectores del fitoplasma causantes de la punta morada de la papa, así como también hay muchas de otras especies que debemos tomar en cuenta como: (*Macrosteles orientalis*, *M. fascifrons*, *M. striifrons*, *Scleroracis flavopictus*, *Orosius albicinctus*, *Alebroides dravidamus*), ya que, cualquiera de estas pueden causar dicha enfermedad (Rubio, et al., 2006).

1.2.2. Problemas que ocasionan en el cultivo

Santos, et al. (2010) mencionan que la presencia de la punta morada de la papa se ve a través de diferentes síntomas que afectan a las plantas como el amarillamiento de las hojas superiores o las mismas tienen un color púrpura, también las hojas tienen un aspecto encrespado aparte de que estas se enrollan y la formación de tubérculos aéreos también es común. Otro problema que debemos tomar en cuenta es la propagación de la enfermedad hacia otros cultivos de manera que aquí tienen mucho que ver los tubérculos infectados ya que estos cuando son cosechados y almacenados específicamente de plantas infectadas para posteriormente utilizarlos como semillas, estos no brotan o si lo hacen presentan cierta deficiencia en los tallos de manera que estos tendrán un aspecto delgado. Consecuentemente por la presencia de esta enfermedad los agricultores al comercializar este producto afectado obtienen pérdidas económicas ya que estos tubérculos aparentemente están normales, pero al ser procesados muestran una coloración oscura.

Según Castillo y Cuesta, (2017: pp. 81-82), “estos síntomas también pueden corresponder a otra enfermedad llamada 'papa manchada' que ha causado pérdidas millonarias en Estados Unidos y otros países”. Por lo que, Rubio, et al. (2006) indican que los problemas principales que se observa con la presencia de esta enfermedad son síntomas provocados por un fitoplasma inyectado hacia la planta siendo su principal vector el psílido de la papa *Bactericera cockerelli* Sulc. lo cual da origen a los síntomas mencionados anteriormente.

1.3. Palomilla de la papa

La palomilla de la papa inició su recorrido por Centroamérica hacia el sur desde su centro de origen en Guatemala hasta llegar a Panamá, razón por la cual en sus inicios se le denominó palomilla centroamericana. En 1996 se reporta en Nariflo y en ese mismo año se confirma su presencia de este insecto en el Carchi, Ecuador. Si bien en Centro América tiene su hábitat de vida a una altitud de 1400 msnm, al llegar a la zona andina prospera bien en el área papera, esto es sobre los 3000 msnm (INIAP, 1997: p. 2). La importancia de este insecto se debe a que, en su estado larval, (gusano), vive y se alimenta del tubérculo de la papa, tanto en el campo como en almacenamiento, haciendo galerías dentro del tubérculo y dejándolo inservible para ser usado como alimento o como semilla (Toledo, 2016b).

1.3.1. Taxonomía

Según Torres (1998) la palomilla se le denomina comúnmente polilla centroamericana, polilla guatemalteca, polilla gigante o polilla de la papa y su clasificación taxonómica es la siguiente:

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de la palomilla de la papa

| Reino | Animal |
|--------------|---|
| Orden | Lepidóptera |
| Suborden | Dytrisia |
| Superfamilia | Gelechioidea |
| Familia | Gelechiidae |
| Tribu | Gnorimoschemini <i>Tecia solanivora</i> Povolný. |
| Especies | <i>Symmetrischema tangolias</i> Gyen. <i>Phthorimaea operculella</i> Zeller. |

Fuente: (Torres , 1998).

1.3.2. Características generales

Según Herrera y Dangles (2017: p. 1) indica que los insectos plagas son una de las principales causas de pérdidas en cultivos y en almacenes a nivel mundial. En los Andes tropicales, el complejo de polillas de la papa pertenecientes a la familia Gelechiidae (Lepidóptera) está conformado por tres especies principales: (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.), las cuales establecen una de las principales amenazas en los cultivos y almacenes de papas. Por lo que según Barragán (2005: p. 2) menciona que al existir tres especies de palomillas ha creado una confusión al momento de realizar la identificación de las mismas y un desconocimiento por parte de los papicultores al no saber cuál es la que se encuentra actualmente en su cultivo de tal manera que los controles químicos no son los apropiados.

Según Reyes (2017) el ciclo biológico de esta plaga es el siguiente:

Huevo

Se caracteriza por tener 0.4 mm de ancho y 0.5 mm de largo, además, este es de forma ovoide. Recién ovipositado es de color blanco aperlado, pero a medida que avanza el proceso de incubación este cambia a un color marrón oscuro. La incubación del huevo puede durar de 12 a 15 días. En el campo son puestos en las grietas del suelo cerca de la base del tallo de la planta; y en almacenamiento, en superficies que presenten depresiones (INIAP, 2003).

Larva

El desarrollo larval presenta cuatro instares; el primero es color amarillo cremoso y mide 1. 25 mm de longitud; con respecto al ancho de la cápsula cefálica, miden en promedio 0.18, 0.33, 0.55

y 0.85 mm, para primero, segundo, tercero y cuarto estadio, respectivamente, en todos los instares se puede observar el escudo cervical, presentando patas verdaderas y pseudopatas en el 3ro, 4to, 5to, 6to, y último segmento abdominal. Las larvas plenamente desarrolladas miden hasta 10 mm de longitud, sobre el dorso tienen una coloración rosácea y el resto del cuerpo es de tono verdoso, la cabeza es color marrón oscuro. Y, además, la larva es la única etapa dañina de la palomilla ya que afecta en gran parte al tubérculo (Reyes, 2017).

Pupa

Una vez que la larva completa su desarrollo, en el suelo es donde realiza esta fase, por ello es que especialmente se los puede apreciar en el suelo y en hojas secas de la planta. Se caracteriza por tener una longitud de 6 mm y es de color marrón, estos individuos tienen una particularidad de construir una cubierta de seda. Principalmente en papas almacenadas pupan sobre la superficie del tubérculo, en desperdicios dejados en almacén y en tubérculos viejos o dañados (Reyes, 2017).

Adulto

Los adultos son palomillas con cuerpo color plateado, alas anteriores color gris o marrón, con pequeñas manchas oscuras y un borde angosto de pelillos, y alas posteriores color blanco grisáceo y expandidas miden hasta 15 mm, pero estas características varían dependiendo de la especie. Los machos son más pequeños; al observarse la parte ventral se distingue que el abdomen de los machos es menos globoso que en las hembras, y al final del abdomen los machos presentan pelos o escamas en forma de “penacho”, mientras que las hembras tienen lisa esta parte (Reyes, 2017).

1.3.3. Daños ocasionados en el cultivo

Según Reyes, et al. (2017) mencionan que el principal problema con estas palomillas se debe a los daños que causan las larvas en los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum L.*), se considera que ataca exclusivamente a este cultivo, tanto en campo como en almacén y puede alcanzar infestaciones de 90-100 % llegando a acabar con el cultivo. La larva se desarrolla dentro del tubérculo, donde presenta de cuatro a cinco instares; siendo el tercero el más voraz. En promedio la larva pasa dentro del tubérculo 29 días. Ya en el campo estas ocasionan un 67.5 % de daño a tubérculos que se encuentran a 5 cm de la superficie, 28.5 % en tubérculos que están a 10 cm, 12 % en tubérculos que están a 15 cm y no se han observado daños en tubérculos que están a 20 cm de la superficie de manera que mientras más profundidades es más complejo llegar allí. Además, Acuña, y Castro, (2015) señalan que la hembra ovipone en distintos órganos de la planta, tales como tallos, hojas, tubérculos, pero también pueden ser encontrados enterrados en el suelo, en restos vegetales, incluso en sacos para almacenaje por lo que suele ser necesario una desinfección. Al

salir del huevo y desarrollarse, la larva de este insecto se alimenta de distintos órganos de la planta. Aquí se distinguen dos fases principales de daños por las larvas, uno de estos es que ataca a la hoja actuando como minador causando graves daños en esta por las galerías que forma en su interior, pero, la otra y más importante es donde los tubérculos se ven afectados con mayor intensidad por esta larva, cabe destacar que al alimentarse dejan heridas que luego otras enfermedades, tanto fúngicas como bacterianas, usan como vía de entrada a la planta.

1.4. Cultivo de la papa

Según (FAO, 2008), manifiesta que el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) principalmente se caracteriza por ser una planta herbácea anual, que puede obtener alturas hasta más de un metro, su principal producto es un tubérculo, el mismo que tiene una alta cantidad de almidones posicionándose, así como “uno de los alimentos más importantes a nivel mundial, detrás del maíz, el trigo y el arroz, ocupa el cuarto puesto en importancia” (Salazar, 2017: p. 7).

En Ecuador, el número de familias dedicadas a la producción de papa es de aproximadamente de 42.000 familias, igual a las que cultivan maíz. De las 66.000 hectáreas dedicadas a producir papa, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEN) indican que con un rendimiento de 7.7 toneladas/ha, la producción es de aproximadamente 480.000 toneladas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.4.1. Característica

Básicamente la papa se cultiva por multiplicación vegetativa, esto quiere decir que se plantan los tubérculos directamente al suelo. Este tipo de propagación implica poca variabilidad genética comparada con el uso de la semilla y debido a esto ofrece mayores riesgos frente a una posible enfermedad que ataque al cultivo (Borba, 2008: p. 1). Es una planta que se da bien sin que el suelo ni las condiciones de cultivo sean ideales ya que tiene una gran capacidad de adaptación. Sin embargo, también es víctima de una serie de plagas y enfermedades por lo que según (FAO, 2008: p. 1) recalca que “para prevenir la acumulación de patógenos en el suelo los agricultores evitan cultivar papas en las mismas tierras todos los años”.

(ESPAC, 2019), señala que el cultivo de papa se desarrolla en alturas comprendidas entre 2700 a 3400 metros sobre el nivel del mar. En Ecuador el cultivo de papa se produce en 10 provincias de la Sierra como Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua; en la Costa, pero en pequeñas extensiones solo se siembra en la provincia de El Oro (Moreno, 2020: p. 4).

1.4.2. Taxonomía

Según Rodríguez (2009: p. 306), menciona que la clasificación taxonómica de la papa es una tarea importante que trata de organizar la variabilidad de una forma lógica; sin embargo, el nombre de una especie no es más que una hipótesis que constituye un grupo relacionado entre sí por algo. Por lo que actualmente, la papa es conocida colectivamente bajo el nombre de *Solanum tuberosum* L., y esta posee una gran variabilidad de genes constituido por 190 especies silvestres que forman estos tubérculos. Por lo tanto, Chuquiyaury (2021: p. 22) indica que la clasificación de esta especie es la siguiente:

Tabla 3-1: Clasificación taxonómica de la papa

| Nombre científico | <i>Solanum tuberosum</i> |
|-------------------|--------------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Solanales |
| Familia | Solanáceas |
| Género | <i>Solanum</i> |
| Especie | <i>Tuberosum</i> |

Fuente: (Chuquiyaury, 2021).

1.4.3. Requerimientos

Previamente al establecimiento del cultivo es necesario conocer los requerimientos edafoclimaticas, ya que con ello se podrá elegir la variedad que mejor se adapte a las condiciones particulares del lugar donde se desea cultivar, por lo que INTAGRI (2001: p. 1) menciona, principalmente las más importantes a continuación:

Temperatura

Para este tipo de cultivo, la mayor limitante son las temperaturas, ya que si son inferiores a 10 °C y superiores a 30 °C afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17 a 23 °C. Por ese motivo, la papa se siembra a principios de la primavera en zonas templadas y a finales de invierno en las regiones más calurosas. En los lugares de clima tropical cálido se siembra durante los meses más frescos del año (INTAGRI, 2001).

Suelo

La papa puede crecer en la mayoría de los suelos, aunque son recomendables suelos con poca resistencia al crecimiento de los tubérculos. Los mejores suelos para su cultivo son los francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, y adicionalmente deben tener un buen drenaje y ventilación, que a largo plazo facilitan la cosecha y, además, se recomienda suelos con una profundidad efectiva mayor 50 cm, ya que son necesarios para permitir el libre crecimiento de estolones y tubérculos de la planta (INTAGRI, 2001).

Pendiente del terreno

Para una buena productividad del cultivo se recomienda una pendiente que va de 0.0 a 4.0 %, pendientes mayores a 4.1 % ocasionan que disminuya la producción del tubérculo, por lo que una manera de manejar las fuertes pendientes es mediante el surcado en curvas a nivel o mediante terrazas (INTAGRI, 2001).

1.4.4. Botánica

1.4.4.1. La planta

El crecimiento de la planta de papa por lo general es erecto, pero en algunos casos es rastrero, sus tallos tienen entrenudos cortos y se caracteriza por ser leñoso y grueso, además, los nudos del mismo tienen una forma angular y son de color rojo púrpura o verdes. El follaje alcanza normalmente una altura entre 0.60 a 1.50 m. Básicamente las hojas son simples cuando la planta está pequeña, pero cuando está madura son compuestas en forma alternada y en pares a lo largo del tallo, lo cual crea un aspecto voluminoso del follaje, por lo que hay que tomar en cuenta la densidad de siembra, mucho más en las variedades mejoradas (Pumisacho y Sherwood, 2002: p. 33).

1.4.4.2. La flor

Las flores están dispuestas en racimos y son terminales, estas son pentámeras, es decir que tiene cinco pétalos y los sépalos se caracterizan por ser de diferentes colores como blanco, amarillo, o generalmente son púrpura lo cual varía dependiendo la variedad de papa. Independientemente cada flor posee un órgano masculino y un femenino para el proceso de autofecundación que tiene esta planta. Debemos tomar en cuenta que para un proceso de estimulación de las flores intervienen diferentes factores externos climáticos como el fotoperiodo y la temperatura, los cuales ayudan en su desarrollo normal (Pumisacho y Sherwood, 2002: p. 34).

1.4.4.3. El fruto

Principalmente el fruto es una baya de forma ovalada básicamente de color verde amarillento o castaño rojizo dependiendo de la variedad, además, tiene una textura carnosa y es donde se encuentran aproximadamente 300 semillas sexuales en dos apartados denominados lóculos. Por lo general la papa se reproduce de forma vegetativa, pero sus híbridos son obtenidos en laboratorios con el objetivo de buscar variedades mejoradas por medio de estas semillas que encontramos en los frutos obteniendo así variedades con características idóneas para su reproducción (Pumisacho y Sherwood, 2002: p. 35).

1.4.4.4. Los tubérculos

Básicamente los tubérculos son de textura carnosa los mismo que se originan en la parte subterránea de suelo por la acumulación de tejidos de reserva lo cual aumenta el número de células dando la forma característica del tubérculo, mientras que sucede esta actividad también se van formando tubos cribosos, células acompañantes y elementos del parénquima conductor. Además, en este proceso es donde se acumulan en el interior de las células parénquimáticas de reserva, la medula y la corteza, hidratos de carbono en forma de almidón. Durante el proceso de formación de los tubérculos, estolones y tejidos vasculares de los tallos se da el origen de haces bicolaterales con ayuda de las células floemáticas: xilema y floema (Pumisacho y Sherwood, 2002: p. 36).

1.4.5. Fenología

Según Vignola, et al. (2017: p. 7), manifiestan que el ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir básicamente en 5 fases, iniciando desde la fase de emergencia o brotación que sería la fase 1, hasta la fase de maduración y la cosecha denominada la fase 5. Además, mencionan que la duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad de papa y las condiciones agroclimáticas que se presenta en la zona del cultivo, determinando así que el ciclo del cultivo dura aproximadamente entre los 120 a 150 días; y principalmente se dividen en las siguientes fases que se presentan a continuación:

1.4.5.1. Fase de emergencia o brotación

Esta fase da inicio una vez que ya se realizó la siembra y hay que tomar en cuenta, diferentes factores en la duración de esta etapa ya que depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla (Vignola, et al., 2017: p. 7). Según Cortez y

Hurtado (2002: p. 12) los brotes emergen entre los 10-12 días en tubérculos, y para el caso de semilla sexual de 8 a 10 días, esto cuando son plantados en el campo y tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, para su desarrollo.

1.4.5.2. Fase de crecimiento de brotes laterales

Cortez y Hurtado (2002: p. 12) y Vignola, et al. (2017), indican que en esta fase se origina la formación de tallos, ramas y hojas una vez ya se dio la emergencia de la misma y cabe destacar que aquí ya con ayuda de los nuevos órganos de la planta se da inicio el proceso fotosintético para el desarrollo de la misma. Mientras que en la parte subterránea se da la expansión de estolones, cabe mencionar que esta etapa dura entre 20 a 30 días.

1.4.5.3. Fase de inicio de la tuberización

Esta fase se desarrolla en la parte subterránea del suelo, donde se dé la formación de tubérculos en la parte de las raíces específicamente en la punta de los estolones y dependiendo de diferentes factores como climáticos y variedad de papa esta etapa dura aproximadamente 15 días, además, la formación de tubérculos va a depender de la calidad del follaje (Vignola, et al., 2017).

1.4.5.4. Fase de llenado de tubérculos

Según Cortez y Hurtado (2002: p. 12) y Vignola, et al. (2017), mencionan que en esta fase es cuando los tubérculos absorben grandes cantidades de agua y carbohidratos disponibles del suelo, por lo que, debemos estimular con ayuda de riegos frecuentes, ya que las células que forman los tubérculos comienzan a expandirse por la absorción de esta. Hay que tomar en cuenta que, en variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y entre 50 a 60 días en las tardías.

1.4.5.5. Fase de maduración

Aquí es cuando el cultivo cumple entre 120 a 150 días dependiendo de las variedades y las condiciones agroclimáticas y se define por los agricultores que el producto está listo para ser cosechado y comercializado. La tasa fotosintética y el crecimiento de la planta en esta fase disminuyen de manera formidable y es cuando el follaje empieza a tomar un color amarillento hasta que caen por completo de la planta (Vignola, et al., 2017).

1.4.6. Manejo del cultivo

1.4.6.1. Preparación del suelo

Con una buena preparación del suelo ayudamos a que la emergencia de tallos sea más rápida, las raíces tengan mayor espacio en profundidad, la producción sea más efectiva y ayude a evitar encharcamientos con un buen drenaje que se le dé al suelo, por lo tanto, con esta actividad evitamos no tener futuros problemas y es muy importante hacerla correctamente (Vignola, et al., 2017: p. 14). Esta actividad se realiza unos dos meses antes de la siembra, tiempo suficiente para que las malezas y residuos de vegetales se descompongan y comúnmente se lo puede realizar con tractor o con yunta, también es importante que la condición física del suelo sea de textura limosos y franco-arenosos recomendablemente con alta cantidad de materia orgánica (INIAP, 2014: p. 28). En Ecuador, la mayoría de los agricultores practican un sistema de labranza que invierte y remueve los primeros 30 cm de superficie. Por lo general, este trabajo se realiza en forma manual o con la ayuda de un arado de tracción animal o maquinaria agrícola (Pumisacho y Sherwood, 2002: p. 51).

1.4.6.2. Siembra

INIAP (1974: p. 6), señala que después de haber preparado adecuadamente el terreno y se encuentra surcado, labor que debe realizarse guardando la distancia adecuada, lo cual a su vez está en función de la topografía del terreno desde 1,0 m., hasta 1,40 m; se debe procederse a realizar la desinfección del suelo; luego de la fertilización adecuada, labor que se realiza distribuyendo uniformemente la dosis de fertilizante en el fondo del surco a chorro continuo.

La siembra debe hacerse colocando un sólo tubérculo por sitio a cada 30 cm de distancia entre planta y de 0.70 m a 1 m entre surcos, a una profundidad de 0.20 m, pero esta dependerá de la humedad del suelo; se recomienda utilizar semilla que haya alcanzado su grado de madurez, que alcance la brotación en varios ojos del tubérculo, y, además, que se encuentre libre de malezas, plagas y enfermedades (Vignola, et al., 2017: p. 14). Según Pumisacho y Sherwood (2002: p. 82), afirman que la producción por área depende en un buen aprovechamiento del espacio por lo que, si la densidad de plantas es insuficiente como consecuencia de una siembra demasiado amplia, el follaje cubre el suelo tardíamente y una parte importante queda descubierta, dejando mayor oportunidad para el crecimiento de malezas.

1.4.7. Fertilización

Esta actividad se realizará en base a los requerimientos nutricionales del cultivo y de acuerdo a los resultados conseguidos en el análisis del suelo en el caso de realizarlo, para lo cual Cortez y Hurtado (2002: p. 19), indica que para un correcto desarrollo del cultivo de papa se necesita cantidades diferentes de nutriente como 150 kg. N, 120 kg. P₂O₅ y 90 kg K₂O, además de algunos microelementos, el aporte de estos va a variar dependiendo de la cantidad que tenga el suelo donde son cultivados Por lo tanto Vignola, et al. (2017: p. 14) recomienda que para la primera aplicación en la fertilización de fondo del surco que se realiza al mismo tiempo que la siembra se puede utilizar fórmulas altas en fósforo como 10- 30-10 ó 12-24-12, mientras que para la segunda se realiza en la actividad del aporque con fórmulas altas en potasio como 15-3-31, hidrocomplejó 18-5-15-0.6-2.

Pumisacho y Sherwood (2002: p. 56), indica que en la fertilización es importante tomar en cuenta la extracción de nutrimentos del suelo por el cultivo y por lo tanto en este cultivo de papa dependerá de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo. Sin embargo, debido al alto grado de fijación del fósforo en los suelos del país, las cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo en Ecuador son mayores a las de nitrógeno y potasio. La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje.

1.4.8. Suministro de agua

El suelo debe mantener un contenido de humedad relativamente elevado. Las mejores cosechas, en cultivos de 120 a 150 días, se obtienen con de 500 a 700 mm de agua. Cuando hay poca agua, ésta se concentra en obtener la producción máxima por hectárea en vez de aplicarse a una superficie más amplia (FAO, 2008: p. 1).

Según Leon, et al. (2019: pp. 3-6), señalan que en este cultivo por lo general se emplea el riego por gravedad debido a las pendientes que presentan los terrenos donde se producen, de manera que este método de riego se caracteriza por que la energía que distribuye el agua por la parcela es la derivada de su propio peso, al circular libremente por el terreno a favor de la pendiente. Con este método de riego se suele mojar la totalidad del terreno y requiere el reparto del agua mediante surcos para controlar su distribución.

Además, Cortez y Hurtado (2002: p. 20), mencionan que los cambios bruscos en el contenido de humedad en el suelo causan deformaciones en los tubérculos y mayor ataque de larvas de polillas de la papa. Los excesos de humedad favorecen la diseminación de bacterias como (*Ralstonia solanacearum*), hongos como (*Phytophthora infestans*), recomendándose mantener el agotamiento permisible entre el 30 al 35% del agua útil en el suelo.

1.4.9. Plagas y Enfermedades

La planta de papa puede ser afectada por numerosos organismos parásitos que afectan tanto las estructuras aéreas como las subterráneas. La presencia de plagas o enfermedades se reconoce principalmente por los síntomas que se producen en la planta y, además, debemos tener presente que para cada uno de ellos existe un umbral o límite de daño económico que puede afectar al papicultor (Egúsqüiza, 2000: p. 134).

Según Otiniano (2017: p. 20), existen diferentes tipos de insectos, de acuerdo a la forma como se alimentan, entre los cuales tenemos comedores de hojas y tallos, picadores, chupadores, barrenadores de tallos, minadores de hoja, comedor de brotes, comedor de tubérculos, minador de tubérculos y ácaros. Por lo cual entre las principales plagas que causan daños y pérdidas económicas en el cultivo de la papa tenemos: Gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*), La palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), Pulguilla (*Epitrex sp*), Trips (*Frankliniella tuberosi*), Paratrioza (*Bactericera cockerelli*), Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) entre otras que tienen importancia muy relevante. Y, además, Torres (2002), señala que en el cultivo de papas las enfermedades ocasionadas por microorganismos también tienen mucha importancia ya que producen estragos con graves consecuencias al cultivo, entre las principales enfermedades están: Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Tizón temprano (*Alternaria solani*), Mildiu polvoroso (*Erysiphe chichoracearum*), Roya (*Puccinia pittieriana*), Septoriosis (*Septoria lycopersic*), Moho gris (*Botrytis cinerae*), etc.

Según Vignola, et al. (2017), “mencionan que cuando nos enfrentamos a una plaga o enfermedad, el objetivo principal es manejarla y no combatirla. Es decir que se debe implementar un conjunto de actividades y métodos de control que se apoyen unos a otros”. Asimismo, BORBA (2008: p. 6) menciona que todas estas afecciones de la papa se ven agravadas por diferentes factores como la siembra en monocultivos, un mal manejo de plagas y enfermedades, selección de tierras aptas y por la ausencia de variedades resistentes, por lo tanto, en un buen manejo de estos factores radica la importancia de asegurar la garantía para este alimento importante de la dieta mundial.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

El trabajo de investigación sobre la fluctuación de la población del psílido (*Bactericera cockerelli* L.) y las palomillas (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.) se realizó en cultivos de papa ya establecidos en las localidades de San Isidro, Guayarapata y el Calvario pertenecientes al cantón Ambato, provincia de Tungurahua, donde se efectuó el muestreo en cada superficie de los cultivos de los lugares ya mencionados.

2.1.2. Ubicación geográfica

Las localidades donde se realizó el presente estudio, pertenecen a un grupo de personas que integran una asociación dedicadas a producir papas para semilla de calidad.

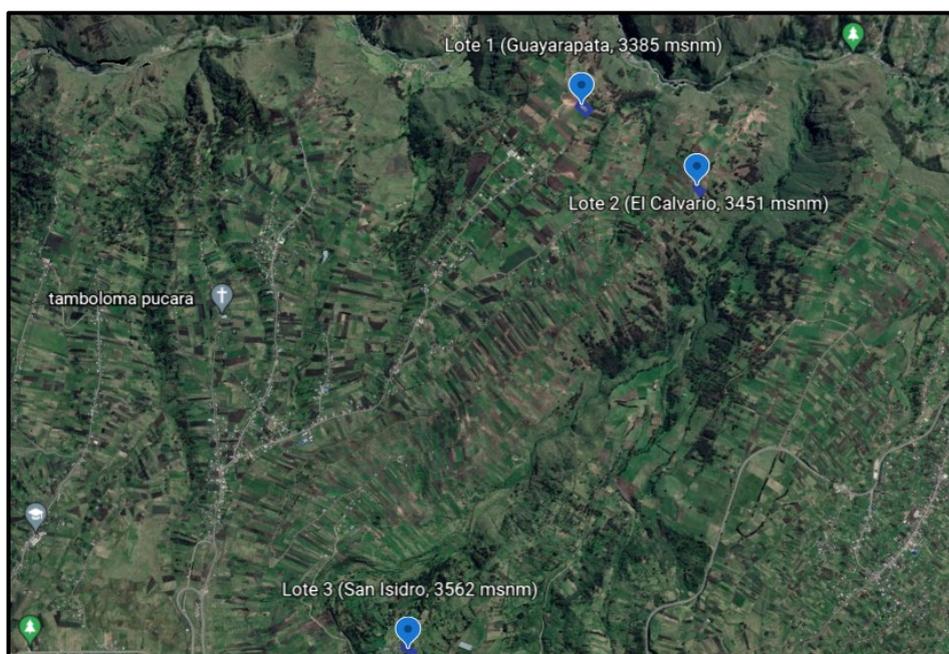


Figura 1-2. Ubicación geográfica de los lotes en estudio

Fuente: (Google Earth, 2021).

2.1.2.1. *Coordenadas de Guayarapata (Lote 1)*

Latitud: 1° 28' 74''

Longitud: 78° 75' 64''

Altitud: 3385 msnm

Tipo de suelo: Franco limoso

Zona ecológica: BsAn03; Bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes.

2.1.2.2. *Coordenadas de El Calvario (Lote 2)*

Latitud: 1° 29' 18''

Longitud: 78° 74' 94''

Altitud: 3451 msnm

Tipo de suelo: Franco limoso

Zona ecológica: BsAn03; Bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes.

2.1.2.3. *Coordenadas de San Isidro (Lote 3)*

Latitud: 1° 31' 95''

Longitud: 78° 76' 60''

Altitud: 3562 msnm

Tipo de suelo: Franco limoso

Zona ecológica: BsAn03; Bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes.

2.2. Identificación de las variables

2.2.1. Variable dependiente

La fluctuación de la población de psílicos (*Bactericera cockerelli* Sulc.) y de las palomillas (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.) en cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.).

2.2.2. Variable independiente

- Localidades: Guayarapata, El Calvario, San Isidro
- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Altitud.

2.3. Materiales y equipos

2.3.1. *Materiales*

- Galones de agua vacíos
- Estacas
- Trampas monocromáticas
- Alambre
- Clavos
- Stickers para codificar
- Red entomológica o jama
- Fundas plásticas para recolectar las muestras
- Guantes
- Libreta de campo
- Lápiz
- Borrador
- Envases
- Lupa

2.3.2. *Equipos de campo*

- GPS
- Cámara fotográfica

2.3.3. *Reactivos*

- Feromonas para cada especie de palomilla

2.3.4. *Equipos de escritorio*

- Computadora
- Impresora
- Hojas de papel
- Esfero
- Flash memory

2.4. **Métodos y técnicas**

Para llevar a cabo esta investigación se realizó las siguientes actividades:

2.4.1. *Reconocimiento de los sitios de estudio*

Conjuntamente con un representante técnico de Agrocalidad – Tungurahua se acudió a las localidades de Guayarapata, El Calvario y San Isidro en Tungurahua para reconocer los sitios de muestreo donde se realizó la identificación de los mismos, para dicho reconocimiento se tuvo que tomar en cuenta el grado altitudinal de cada localidad, ya que el estudio se realizó en base a este parámetro por ende las localidades tienen gradientes altitudinales baja, media y alta, de esta manera en la tabla 1-2 se muestran las características de cada localidad.

Tabla 1-2: Características de las localidades en estudio

| # lote | Lugar | Altura | Superficie total |
|--------|-------------|--------|------------------|
| 1 | Guayarapata | 3385 | 1625 m |
| 2 | El Calvario | 3451 | 4500 m |
| 3 | San Isidro | 3562 | 1822 m |

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

2.4.2. *Actividades a desarrollar en el área de estudio*

2.4.2.1. *Elaboración e instalación de trampas para palomillas*

Para elaborar las trampas con las cuales se capturo las diferentes especies de palomillas, se utilizó galones de plástico transparentes, donde en el mismo se realizó dos orificios a los costados de 2 cm y de 3 cm de diámetro respectivamente, estos con el fin de que las palomillas ingresen al recipiente (ANEXO A). Una vez realizada esta actividad se procedido a instalar en campo el 23

de julio de 2021, para lo cual se utilizó estacas de 1.50 m de largo en donde fueron sujetos estos galones y los mismos fueron enterrados a 0.50 m de profundidad. En total para esta investigación se utilizó tres trampas por cada lote dándonos un total de nueve trampas, las mismas, que a su vez cada una de estas llevaba en su interior una feromona específica para cada especie de palomilla (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.) que se recolecto. Para colocar la feromona se utilizó alambre de tal manera que fue sujetado en la boca del galón y quedando al suspenso en el interior del mismo como se observa en la figura 2-2.



Figura 2-2. Instalación de trampas para palomillas

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

Cabe mencionar que para romper la tensión superficial del agua colocamos dentro de la trampa una solución de agua y jabón, de manera que podamos capturar a las palomillas con mayor facilidad las mismas que fueron cuantificadas cada 8 días. En cada trampa se etiqueto el nombre de la especie correspondiente para evitar confusión al rato de tomar datos.

2.4.2.2. Trampas monocromáticas para *B. cockerelli*

Para recolectar el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc.) se implementó una trampa monocromática en cada uno de los tres lotes establecido, las cuales para ser sujetadas se utilizó estacas de 1.50 m las mismas que fueron enterradas a una profundidad de 0.50 m y para sujetar la trampa evitando su caída utilizamos alambre. Estas a la vez fueron remplazadas cada 15 días del tiempo establecido para la toma del dato. La ubicación de la trampa precisamente fue en el centro del sitio en estudio.



Figura 3-2. Instalación de trampas monocromáticas

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

2.4.3. Recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación utilizamos un muestreo descriptivo tanto para paratrioza y palomillas (ANEXO B), el cual se realizó de la siguiente manera:

2.4.3.1. Recolección de datos para palomillas de la papa

Para recolectar datos de palomillas fueron instaladas tres trampas en cada localidad, cada una de estas con una feromona específicamente que atrae a las distintas especies (ANEXO C), que fue estudiada (*T. solanivora*, *P. operculella*, *S. tangolias*). El registro de datos para este caso se realizó cada 7 días durante 10 semanas, en donde se hizo un cambio de las feromonas en la octava semana, para mantener la efectividad de las mismas.

Para cuantificar las palomillas (*Tecia solanivora* Povolný.), (*Symmetrischema tangolias* Gyen). y (*Phthorimaea operculella* Zeller.), se procedió a vaciar la solución de agua y jabón que fue colocada en la trampa, este proceso se lo hizo en un recipiente con la ayuda de un cedazo para poder hacer el conteo de las mismas con mayor facilidad como se observa en la figura 4-2 y luego de registrar en la libreta de campo fueron guardados en recipientes con alcohol con su respectiva etiqueta (ANEXO D).



Figura 4-2. Conteo y registro de palomillas capturadas

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

2.4.3.2. Recolección de datos para paratiroza

Para recolectar las muestras de (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en el cultivo de papa específicamente en su estado de huevo y ninfa, se recolecto de 6 plantas al azar, una hoja compuesta y esto se realizó por cada unidad experimental. Además, las hojas que fueron seleccionadas fueron colocadas en fundas plásticas como se observa en la figura 5-2 y trasladadas a un laboratorio para que los huevos y ninfas puedan ser cuantificados con la ayuda de un estereoscopio o una lupa (ANEXO E), y este muestreo se lo realizo cada 15 días.



Figura 5-2. Muestras para identificar huevos y ninfas de *B. cockerelli*

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

De la misma manera para recolectar (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en su estado adulto, se realizó cada 15 días, en donde las trampas monocromáticas fueron remplazadas por otras nuevas, y las recolectadas, fueron llevadas en fundas plásticas para posteriormente contabilizar la presencia de adultos capturados y registrarlos en una plantilla de Excel (ANEXO F).

2.4.3.3. *Recolección de datos meteorológicos*

Para registrar datos meteorológicos de los días en que se llevó a cabo este trabajo se utilizó una aplicación de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>), en donde se pudo obtener datos de diferentes variables climáticas como: Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación de una zona y fecha específica. Los resultados podemos observar en (ANEXO H).

2.4.3.4. *Identificación de entomopatógenos*

La identificación de la población de entomopatógenos se realizó al momento de muestrear los estados inmaduros del psílido de la papa, para lo cual, se utilizó una red entomológica con la que se hizo 5 pases por parcela como se observa en la figura 6-2, y el material recolectado fue llevado en frascos con alcohol para realizar su estudio en un laboratorio. En este proceso hay la posibilidad de encontrar parasitoides (benéficos).



Figura 6-2. Muestreo de entomopatógenos

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

2.5. **Análisis de la población**

En este trabajo con los datos recolectados se realizó un análisis combinado para una serie de experimentos en un (DBCA).

2.5.1. *Análisis del diseño de bloques completamente al azar.*

- Tratamientos: Localidades (Guayarapata, El Calvario, San Isidro)
- Repeticiones: Numero de muestras (10 tomas de datos)

2.5.2. Características del diseño

2.5.2.1. Diseño para palomillas de la papa

Para el caso de las palomillas utilizamos una variante del (DBCA), el cual consiste en un análisis combinado para una serie de experimentos, donde se hizo un ajuste en el ANAVA que consistió en realizar una interacción con cada uno de los factores que se utilizó para encontrar el F calculado, quedando de la siguiente manera.

A\A*B

B\A*B

A*B

Factor A: *Localidad*

A1: Guayarapata

A2: El Calvario

A3: San Isidro

Factor B: *Especies de palomillas*

B1: *Tecia solanivora*

B2: *Phthorimaea operculella*

Variable respuesta: Población total de las palomillas de papa.

Factor de interés: *Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella*.

Factor de bloque: Localidades (Guayarapata, El Calvario, San Isidro)

Experimento en serie en un (DBCA) para palomillas

Localidad\Localidad*Especie

Especie\Localidad*Especie

Localidad*Especie

2.5.2.2. *Diseño para B. cockerelli*

De la misma manera para el caso de la paratrioza utilizamos una variante del (DBCA), el cual consiste en un análisis combinado para una serie de experimentos al igual que el caso de las palomillas, pero para el factor B están involucrados los estadios del psílido (Huevo, Ninfa, Adulto).

Experimento en serie en un (DBCA) para paratrioza

Localidad\Localidad*Estadio

Especie\Localidad*Estadio

Localidad*Estadio

2.5.3. *Estructura del diseño animado*

| REPETICIONES | TRATAMIENTOS | | |
|--------------|--------------|-------------|------------|
| | Guayarapata | El Calvario | San Isidro |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

2.5.4. *Análisis funcional*

Para conocer si los datos de infestación fueron normales se aplicó una prueba de normalidad Shapiro-Wilk, para lo cual utilizamos un software denominado InfoStat. Al no existir normalidad ($< 0,05$) se realizó transformaciones a los datos para tender a normalizar y proceder con el análisis. Cuando los datos fueron a normalidad se aplicó un análisis de varianza y al existir diferencias estadísticas se realizó un test de Tukey al 5 %, y en el caso de no haber diferencias significativas no se realizó dicho test de Tukey.

CAPITULO III

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Resultados

3.1.1. Comportamiento poblacional del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.)

3.1.1.1. Comportamiento poblacional general del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en las tres localidades de estudio

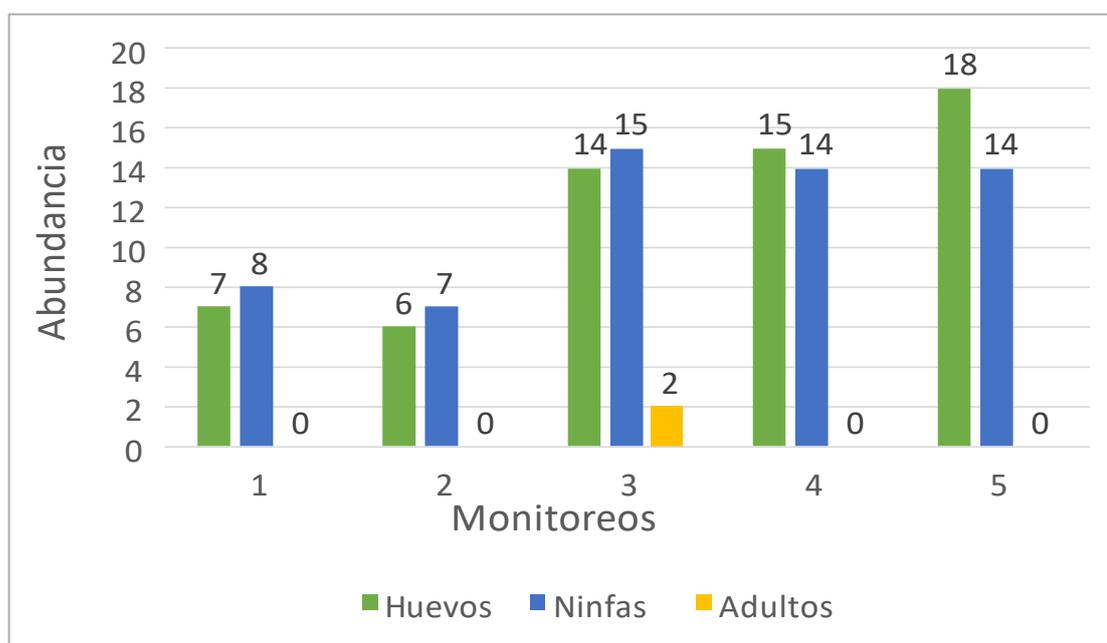


Gráfico 1-3. Abundancia de la población total de *B. cockerelli* en cada muestreo (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En el caso de paratrioza se realizó un total de 5 monitoreos, los cuales se lo ejecutaron cada 15 días, en donde, el mayor número de huevos obtenidos en las tres localidades se dio en el quinto monitoreo con un total de 18 huevos, a diferencia del segundo monitoreo donde se registró tan solo 6 huevos en total de las tres localidades (Gráfico 1-3).

En su estado ninfal paratrioza, se lo logró registrar un mayor número de individuos en el tercer monitoreo con un total de 15 ninfas las cuales fueron registradas en las tres localidades, y el menor

número de estos individuos se registró en el segundo monitoreo con un total de 7 ninfas. Y para el caso de su estado adulto, solamente en el segundo monitoreo se logró registrar 2 adultos en total, de manera que en los demás monitoreos no hubo presencia de estos individuos en estado adulto, como se muestra en el gráfico 1-3.

3.1.1.2. *Comportamiento poblacional del psílido (Bactericera cockerelli Sulc.) por cada localidad en estudio*

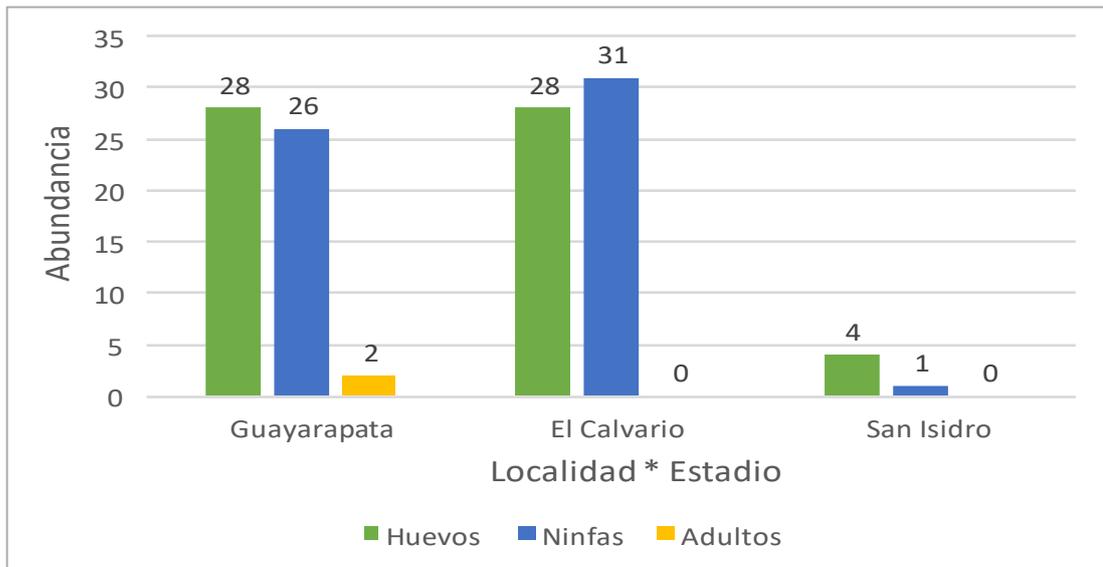


Gráfico 2-3. Abundancia de la población total de *Bactericera cockerelli* en cada localidad (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

El registro de *B. cockerelli* en su estado de huevo que se dio en las tres localidades (Guayarapata, El Calvario y San Isidro) fue similar con un número de 28 individuos tanto en Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) como en El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C), zonas correspondientes a un grado altitudinal medio y bajo, de manera que en la zona alta correspondiente a San Isidro (3562 msnm; 8,03 °C) tan solo se registró la presencia de 4 individuos de huevos.

En el caso de individuos correspondientes al estado de ninfa realizado con el método del muestreo destructivo, se registró un mayor número de estos con un total de 31 ninfas en la zona media correspondiente a El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C), con una mínima diferencia en la parte baja como es Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) se registró un total de 26 ninfas y en San Isidro que viene siendo la parte alta (3562 msnm; 8,03 °C) se registró tan solo la presencia de un individuo en todos los monitoreos.

Referente a los datos registrados de *B. cockerelli* en su estado adulto utilizando las trampas monocromáticas, tan solo se pudo ver presencia de este en Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) con tan solo 2 adultos registrados, de manera, que en las zonas media y alta no se registró ningún individuo como se indica en el gráfico 2-3.

Respecto al gráfico 2-3 se observa como es generalmente la fluctuación poblacional de paratrioza en todos sus estadios en las tres localidades de estudio, la cual es muy baja en comparación con otras localidades del país, esto se debe a que la variabilidad climática de las localidades donde se realizó el estudio no permiten un buen desarrollo de estos individuos ya que presenta bajas temperaturas y elevadas precipitaciones como se indica en los gráficos 18 y 19 -3. Aparte, los agricultores pertenecen a una asociación de paperos, los cuales deben obtener un producto de calidad ya que los mismos se venden en el mercado nacional en mayor porcentaje como semilla certificada, por esto las labores pre culturales y el control con pesticidas son realizados con mayor frecuencia por los agricultores de tal manera que esto ayuda a reducir en gran cantidad la presencia de esta plaga y así evitar pérdidas económicas.

Para determinar diferencias entre la fluctuación de *B. cockerelli* en cada uno de sus estadios y en las diferentes localidades de estudio se realizó un análisis de varianza (ANEXO G) en donde al utilizar una variante del (DBCA), el cual consiste en un análisis combinado para una serie de experimentos, se pudo apreciar que en la interacción entre localidad por estadio hubo un p-valor significativo con 0,0006, por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey, tal como se puede observar en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Test (Tukey Alfa=0,05)

| Localidad | Estadios | Medias | n | E.E. | |
|-------------|----------|--------|---|------|---|
| El Calvario | Ninfas | 6,2 | 5 | 0,2 | A |
| Guayarapata | Huevos | 5,6 | 5 | 0,2 | A |
| El Calvario | Huevos | 5,6 | 5 | 0,2 | A |
| Guayarapata | Ninfas | 5,2 | 5 | 0,2 | A |
| San Isidro | Huevos | 0,8 | 5 | 0,2 | B |
| Guayarapata | Adultos | 0,4 | 5 | 0,2 | B |
| San Isidro | Ninfas | 0,2 | 5 | 0,2 | B |
| El Calvario | Adultos | 0 | 5 | 0,2 | B |
| San Isidro | Adultos | 0 | 5 | 0,2 | B |

Realizado por: Montaguano Ojeda, Stalin, 2022

En la tabla 1-3 (prueba de Tukey) podemos apreciar con la letra A, las localidades y los estadios donde se obtuvo una mayor dinámica poblacional, por lo contrario, con la letra B se representa la menor dinámica poblacional, cada indicador con su media poblacional. En el rango A se encontró

la localidad de El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C) correspondiente a una zona altitudinal media, aquí se registró ninfas con una media poblacional de 6,2 individuos y para el caso del estadio en huevos se registró 5,6 individuos; de la misma manera obtuvimos una media poblacional de 5,6 huevos para la localidad de Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) zona baja, y una media poblacional de 5,2 individuos respecto a *B. cockerelli* en su estado ninfal, siendo así estos los individuos y las localidades en donde más dinámica poblacional se pudo apreciar. En el rango B encontramos San Isidro (3562 msnm; 8,03 °C) correspondiente a una zona altitudinal alta, se registró ninfas con una media poblacional de 0,2 individuos, para el caso del estadio en huevos se registró 0,8 individuos, para el caso del estadio en adultos se registró 0 individuos; en Guayarapata, se registró adultos con una media poblacional de 0,4 individuos; El Calvario se registró adultos con una media poblacional de 0 individuos, como se puede apreciar en la tabla 1-3.

3.1.1.3. Comportamiento poblacional de *Bactericera cockerelli* en Guayarapata

a. Comportamiento poblacional de huevos de *B. cockerelli*



Gráfico 3-3. Fluctuación de huevos de *B. cockerelli* en Guayarapata (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

Como podemos observar en el gráfico 3-3, en la curva que representa como fue la dinámica poblacional durante las cinco fechas de muestreo en la localidad de Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) se puede evidenciar claramente que desde la segunda fecha de muestreo donde la cantidad de huevos fue mínima con la presencia de tan solo 2 huevos se dio un incremento no muy considerable hasta la última fecha de toma de datos que fue donde se registró un mayor número de estos individuos con la presencia de 9 huevos registrados en las diferentes muestras.

b. Comportamiento poblacional de ninfas de *B. cockerelli*

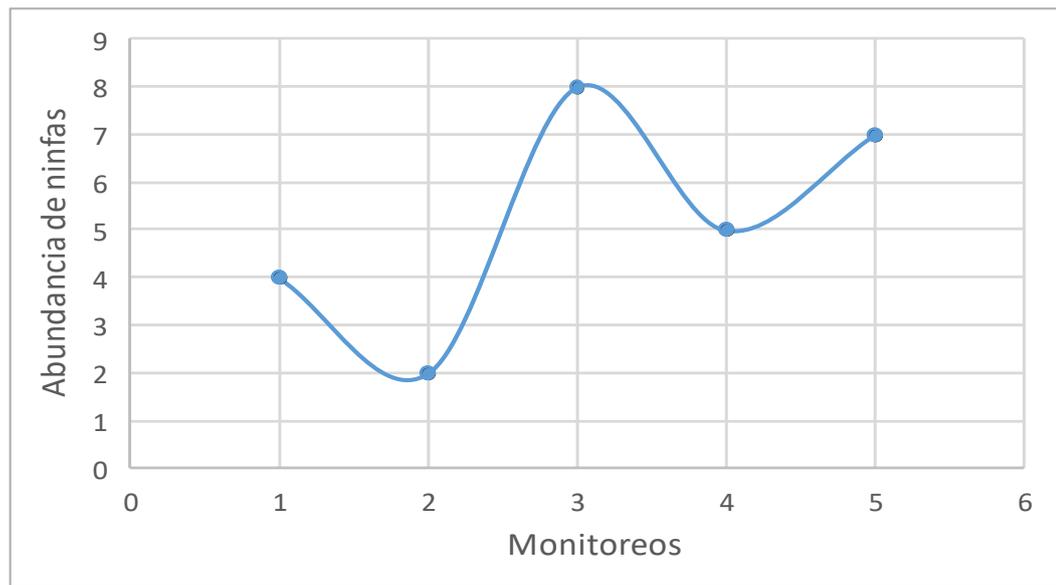


Gráfico 4-3. Fluctuación de ninfas de *B. cockerelli* en Guayarapata (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

El comportamiento poblacional de ninfas en Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) se dio como podemos ver en la curva de la dinámica poblacional (Gráfico 4-3), donde el pico más alto de la curva se observa en la tercera fecha de muestreo de tal manera que aquí fue donde hubo un mayor número de individuos con un registro de 8 ninfas en comparación con la segunda fecha que fue donde se registró un menor número de ninfas con tan solo 2 individuos. Por lo tanto, la fluctuación de estos individuos desde la primera hasta la quinta fecha de muestreo no fue muy considerable.

c. Comportamiento poblacional de adultos de *B. cockerelli*

La presencia de adultos en esta localidad (Guayarapata) solamente se pudo registrar en la tercera fecha de muestreo como se observa en el gráfico 5-3, con tan solo la presencia de 2 individuos, por lo tanto, según la curva de la dinámica poblacional en esta zona no hubo fluctuación de adultos durante los cinco monitoreos. Y, además, es la única localidad donde se registró su presencia.

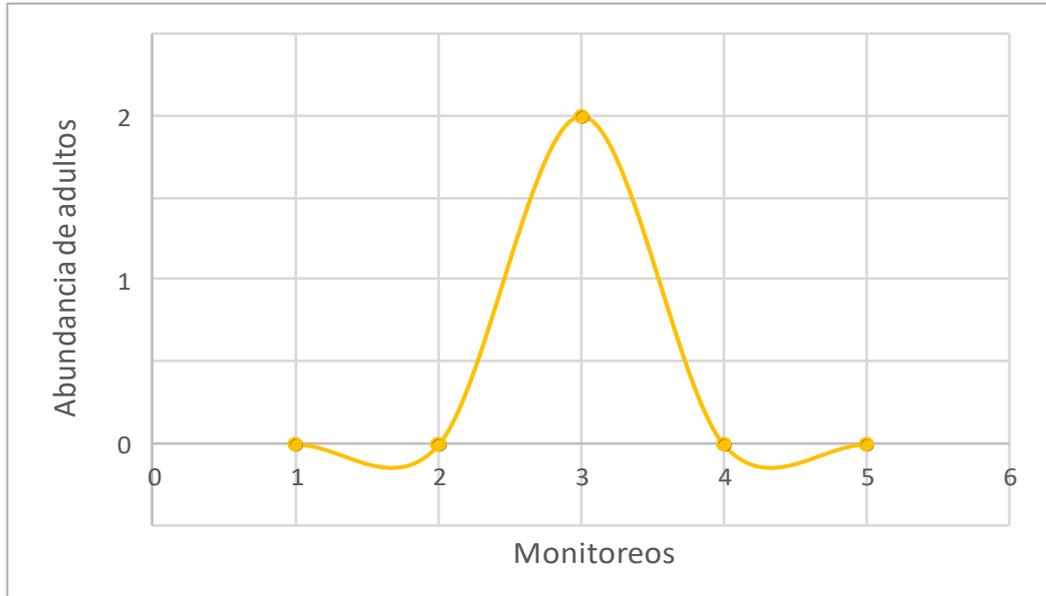


Gráfico 5-3. Fluctuación de adultos de *B. cockerelli* en Guayarapata (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano Ojeda, Stalin, 2021

3.1.1.4. Comportamiento poblacional de *Bactericera cockerelli* en El calvario

a. Comportamiento poblacional de huevos de *B. cockerelli*

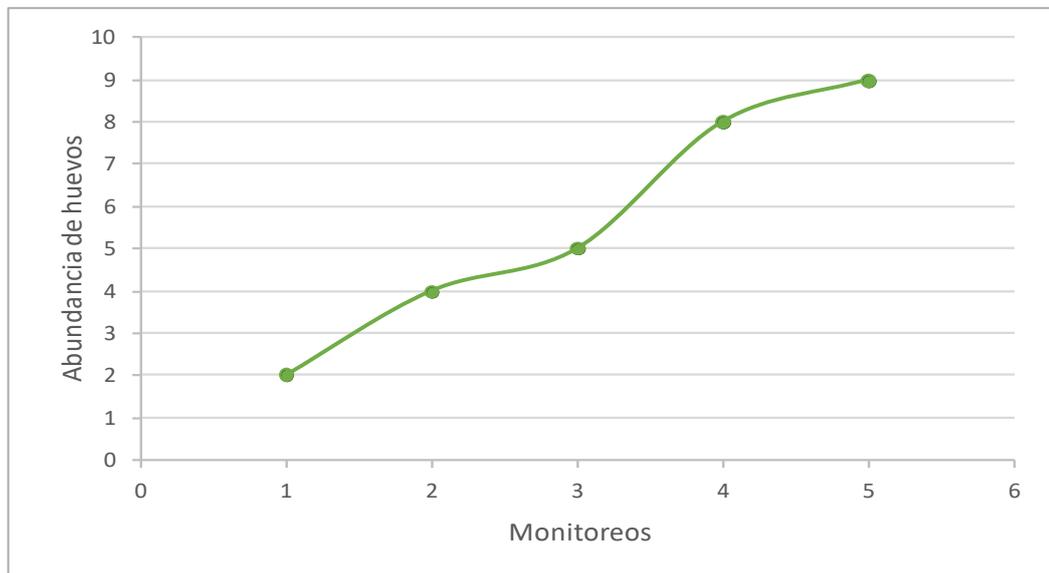


Gráfico 6-3. Fluctuación de huevos de *B. cockerelli* en El Calvario (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En la localidad de El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C), según la curva de la fluctuación poblacional (Gráfico 6-3), se observa como desde el primer monitoreo donde se registró la cantidad de 2

huevo hubo un ascenso de estos individuos durante los demás monitoreos, siendo el último monitoreo donde se presentó una mayor cantidad de individuos con la presencia de 9 huevos.

b. Comportamiento poblacional de ninfa de *B. cockerelli*

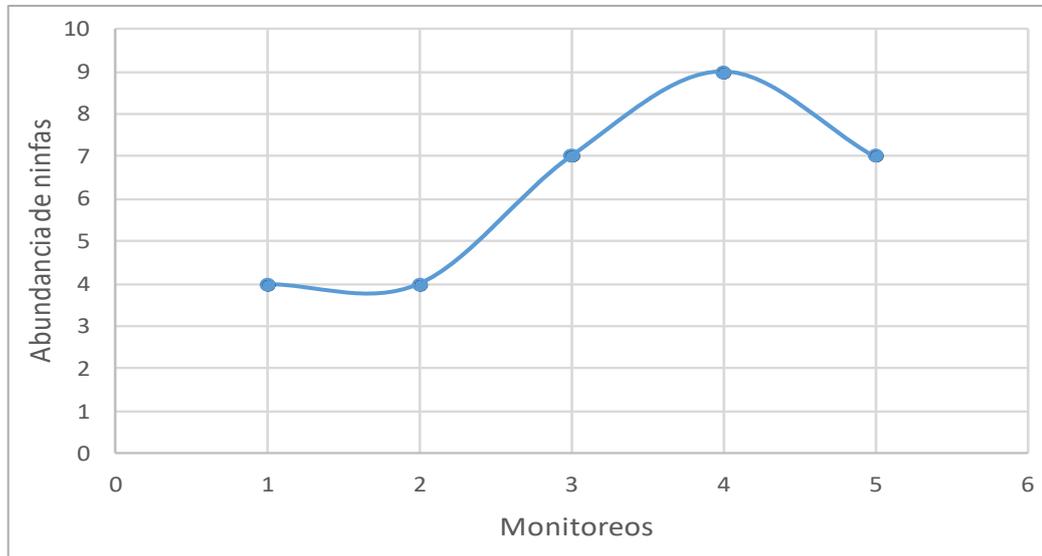


Gráfico 7-3. Fluctuación de ninfas de *B. cockerelli* en El Calvario (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En el gráfico 7-3 se puede evidenciar en la curva de la fluctuación poblacional como a partir del primer y segundo monitoreo donde se obtuvo un registro similar de ninfas con un total de 4 individuos recolectados se pudo evidenciar un ascenso mínimo de la línea en el tercero y cuarto monitoreos, siendo el cuarto monitoreo donde mayor cantidad de ninfas se reportó, ya que para el último registro de datos hubo un mínimo descenso en donde la cantidad de estos individuos fue de 7 ninfas.

3.1.1.5. Comportamiento poblacional de *Bactericera cockerelli* en San Isidro

a. Comportamiento poblacional de huevos de *B. cockerelli*

Para el caso de huevos como podemos observar en el gráfico 8-3 no hubo fluctuación poblacional ya que no se registró la presencia de individuos ni en la primera, segunda, cuarta y quinta fecha de muestreo, solamente con una cantidad de 4 huevos recolectados se reportó la presencia de estos individuos en el cuarto monitoreo.

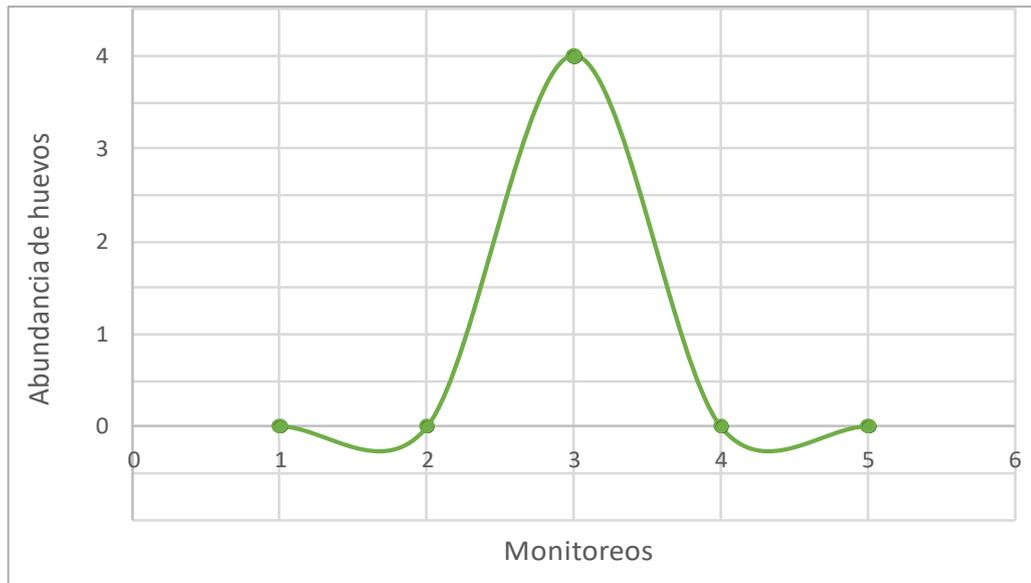


Gráfico 8-3. Fluctuación de huevos de *B. cockerelli* en San Isidro (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano Ojeda, Stalin, 2021

En este caso la baja presencia de estos individuos se debe, a que para las fechas indicadas de los monitoreos los datos meteorológicos no fueron adecuados (ANEXO H) para que haya presencia de adultos que realicen ovoposiciones al encontrarse esta localidad de San Isidro (3562 msnm; 8,03 °C) cuya zona altitudinal es alta y la temperatura por lo tanto es baja lo cual es un factor que impide su multiplicación.

b. Comportamiento poblacional de ninfas de *B. cockerelli*

Similar al caso de *B. cockerelli* en su estado de huevo sucedió en su estado ninfal, ya que como podemos mirar en el gráfico 9-3 solamente hubo la presencia de este individuo en el segundo monitoreo registrando tan solo una ninfa en esa fecha, en los demás monitoreos no hubo dinámica poblacional, esto por el caso mencionado anteriormente, que al no existir la presencia de *B. cockerelli* en estado adulto no pueden reproducirse estos individuos, específicamente en esta localidad (San Isidro) cuya zona altitudinal es alta.

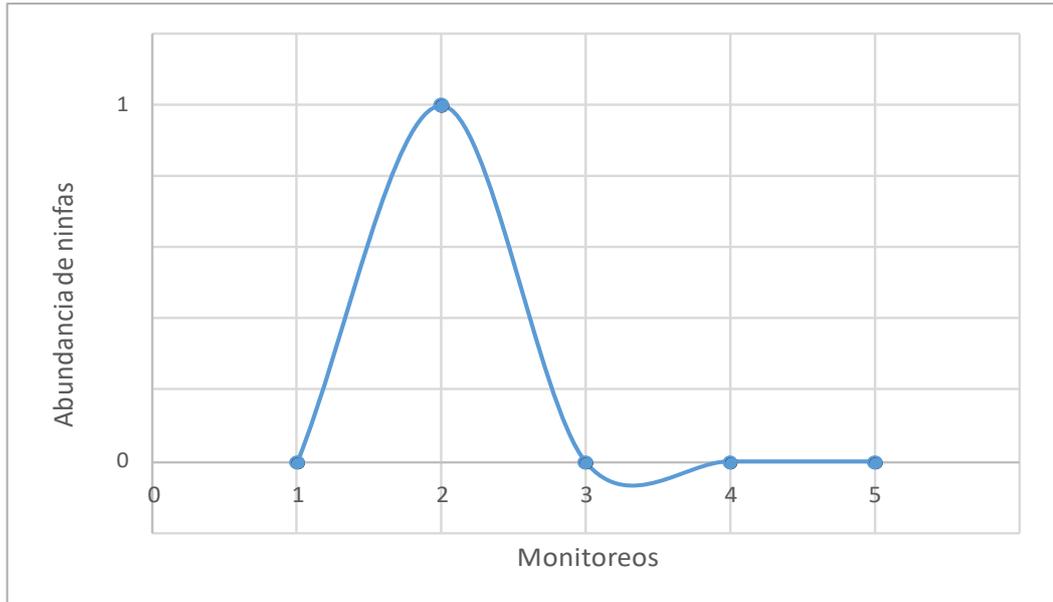


Gráfico 9-3. Fluctuación de ninfas de *B. cockerelli* en San Isidro (Julio 30 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

3.1.2. Comportamiento poblacional de las palomillas de la papa

3.1.2.1. Comportamiento poblacional general de las palomillas *Tecia S* y *Phthorimaea O*, en las tres localidades de estudio

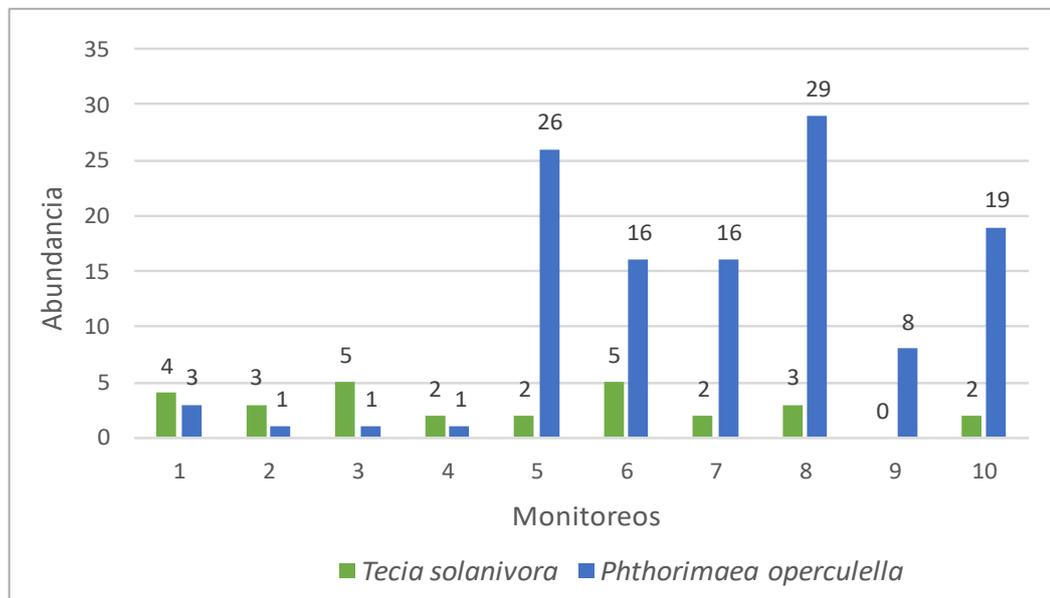


Gráfico 10-3. Abundancia total de las palomillas en cada monitoreo (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En el Gráfico 10-3 podemos comprobar de forma general como fue el comportamiento poblacional de las dos especies de palomilla en estudio (*T. solanivora* y *P. operculella*) en las diez fechas que se realizó los monitoreos, de esta manera comprobamos que para el caso de *P. operculella* a partir del quinto monitoreo en adelante hubo una alta fluctuación de este individuo y en el caso de *T. solanivora* la fluctuación poblacional fue baja durante todas las fechas de monitoreo.

T. solanivora tuvo una fluctuación muy baja en comparación de *P. operculella*, llegando a registrar bajas cantidades de estos individuos durante las diez fechas de monitoreos, entonces en el gráfico 10-3 podemos comprobar que en el noveno monitoreo fue donde no se reportó la presencia de ningún individuo, y en el tercero y sexto monitoreo indicamos que con 5 individuos cuantificados fue donde hubo una mayor presencia de *T. solanivora* (Adulto). Para *P. operculella* durante las primeras fechas de monitoreo absolutamente fueron bajas, siendo la segunda, tercera y cuarta fecha donde se presentó la menor presencia de estas de tal manera que solamente se registró un individuo (Adulto) en cada uno de estos monitoreos, la octava fecha fue donde se registró el mayor número de Phthorimaea con un total de 29 individuos cuantificados en las tres localidades de estudio.

3.1.2.2. Comportamiento poblacional de las palomillas por cada localidad en estudio

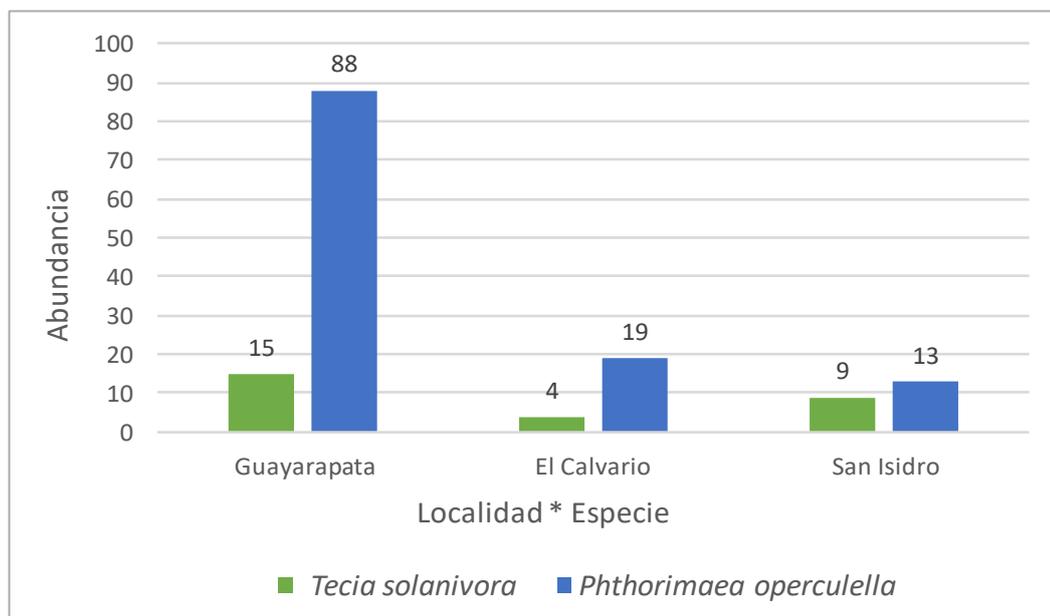


Gráfico 11-3. Abundancia total de las palomillas en cada localidad

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En el gráfico 11-3 se representa la cantidad de las dos especies de palomillas de papa que se recolecto independientemente en cada localidad, por lo que podemos apreciar que en la localidad de Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) fue donde se reportó la mayor cantidad de estas especies, tanto de *T. solanivora* con un registro de 15 individuos y 88 correspondientes a *P. operculella*.

Por otro lado, en la zona altitudinal media correspondiente a la localidad de El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C) se presencié un descenso de población, de manera que se registraron tan solo 4 individuos para *T. solanivora* y 19 individuos correspondientes a *P. operculella*. Algo similar ocurrió en la localidad de San Isidro (3562 msnm; 8,03 °C) parte alta, donde la presencia de *T. solanivora* fue de 9 individuos registrados en todos los monitoreos en total y para *P. operculella* se registró 13 individuos.

De manera general podemos decir que la baja presencia de estas dos especies de palomillas básicamente en El Calvario y San Isidro que corresponden a un rango altitudinal medio y alto se debe precisamente a que las condiciones climáticas de dichas localidades no son aptas para su desarrollo normal, en especial para el caso de *T. solanivora* que incluso sus registros son mínimos en comparación con los de *P. operculella*. Otro factor se debe a las labores pre culturales y controles químicos que realizan los agricultores para evitar la presencia de estos individuos y que los mismos ocasionen daños en sus cultivos como se mencionó en el caso de *B. cockerelli*, ya que al pertenecer a una asociación deben producir papas de calidad para su distribución como semilla certificada.

Al realizar el análisis de varianza como presentamos en la tabla 2-3, llegamos a determinar que en las localidades donde se realizó el estudio con un p-valor de 0,2835 no hubo diferencia significativa, de tal manera que podemos decir que el gradiente altitudinal en donde se encuentra cada localidad y las diferentes condiciones climáticas que presentan cada uno pudo intervenir en efecto. De la misma manera sucedió con las especies de palomillas donde con un p-valor de 0,2031 no hubo diferencia significativa y con un p-valor de 0,0722 tampoco existió diferencia significativa para la interacción entre localidad y especies.

Tabla 2-3: Cuadro análisis de varianza (ANOVA) para las palomillas de la papa

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|-------------------|-------|----|------|------|---------|---------------------|
| Modelo | 18,44 | 5 | 3,69 | 5,82 | 0,0002 | |
| Localidad | 8,85 | 2 | 4,42 | 2,53 | 0,2835 | (Localidad*Especie) |
| Especie | 6,09 | 1 | 6,09 | 3,48 | 0,2031 | (Localidad*Especie) |
| Localidad*Especie | 3,5 | 2 | 1,75 | 2,76 | 0,0722 | |
| Error | 34,23 | 54 | 0,63 | | | |
| Total | 52,67 | 59 | | | | |

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

3.1.2.3. Comportamiento poblacional de palomillas en Guayarapata

a. Comportamiento poblacional de *Tecia solanivora* en Guayarapata

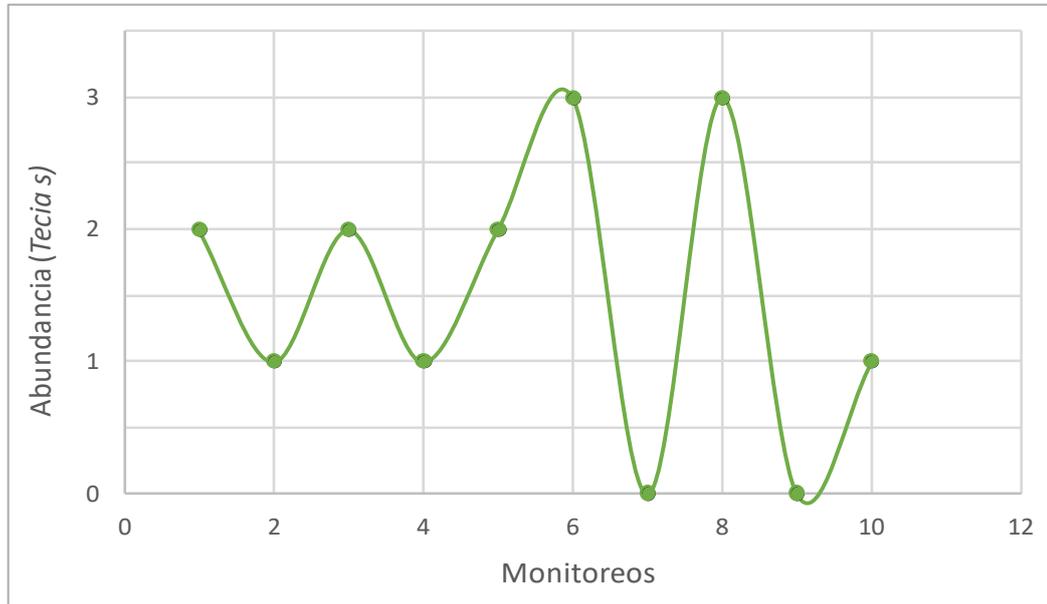


Gráfico 12-3. Fluctuación de *T. solanivora* en Guayarapata (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

La fluctuación poblacional representada en la curva del gráfico 12-3 nos indica que la dinámica poblacional de *T. solanivora* en esta localidad de Guayarapata (Zona baja) fue mínima, de tal manera que, con un número de 3 individuos registrados de *T. solanivora* decimos que es el dato más alto los cuales se pudieron monitorear en la sexta y octava fecha. Los datos más bajos fueron registrados en la séptima y novena fecha con una presencia nula de estos individuos y en las demás fechas de monitoreo se registró entre 1 y 2 individuos respectivamente. Esta baja fluctuación poblacional puede ser debido a los intensos controles con pesticidas (ANEXO J) que realizan en la zona ya que los lotes donde se realizó el estudio al pertenecer a una asociación dedicada a producir papas de calidad necesitan evitar problemas con cualquier tipo de plagas.

b. Comportamiento poblacional de *Phthorimaea operculella* en Guayarapata

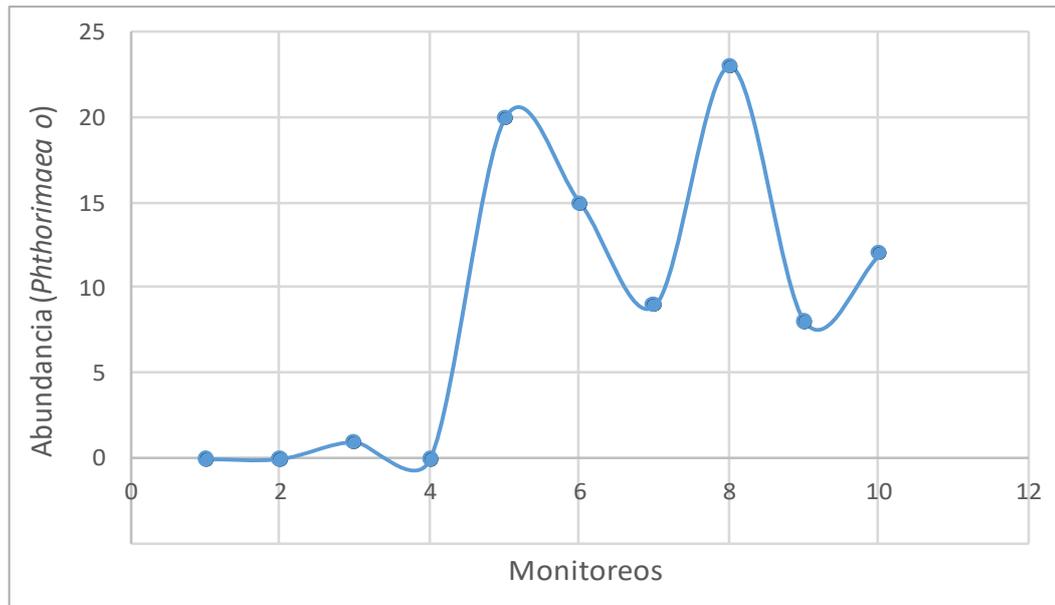


Gráfico 13-3. Fluctuación de *P. operculella* en Guayarapata (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En el gráfico 13-3 la curva que representa la fluctuación poblacional en la localidad de Guayarapata (Zona baja), observamos que durante las primeras fechas de monitoreos no hubo registro de individuos salvo en el tercer monitoreo donde se cuantifico tan solo uno, ya a partir del quinto monitoreo se observa un incremento considerable, ya que, con 20 individuos registrados en esta fecha y 23 individuos en la octava fecha vienen a ser los monitoreos donde más presencia de esta especie (*P. operculella*) se registró.

3.1.2.4. Comportamiento poblacional de palomillas en El Calvario

a. Comportamiento poblacional de *Tecia solanivora* en El Calvario

En la curva de la fluctuación poblacional (Gráfico 14-3) que corresponde a la localidad de El Calvario (Zona media), podemos observar una mínima dinámica poblacional siendo la séptima fecha de monitoreo donde se contabilizo un mayor número de individuos con un registro de 2 especies de *P. operculella*, también en la segunda y tercera fecha se registraron tan solo un individuo de esta especie a diferencia de los demás monitores donde no se registró individuos.

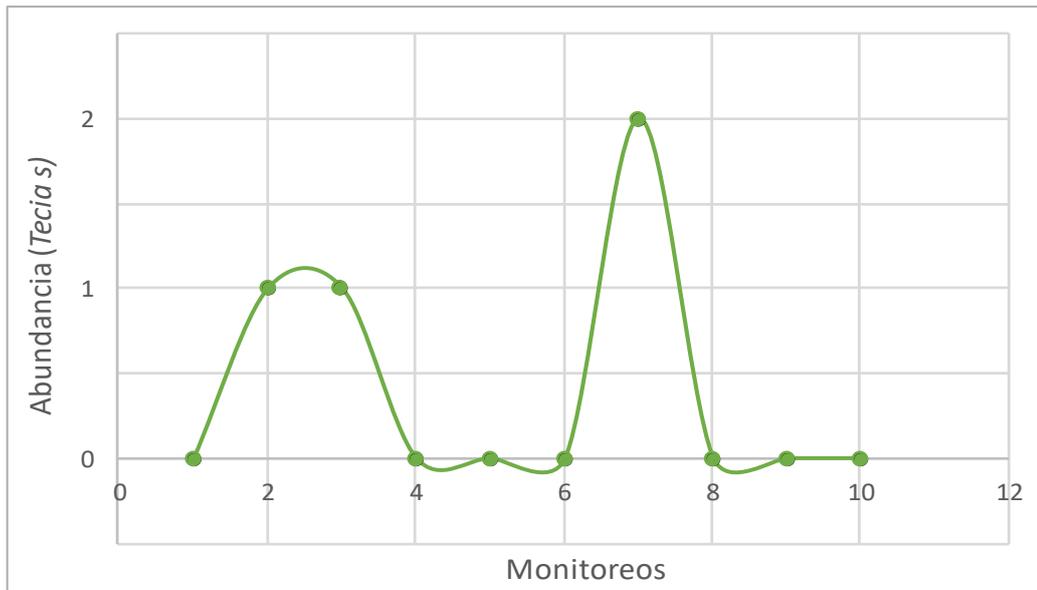


Gráfico 14-3. Fluctuación de *T. solanivora* en El Calvario (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

b. Comportamiento poblacional de *Phthorimaea operculella* en El Calvario

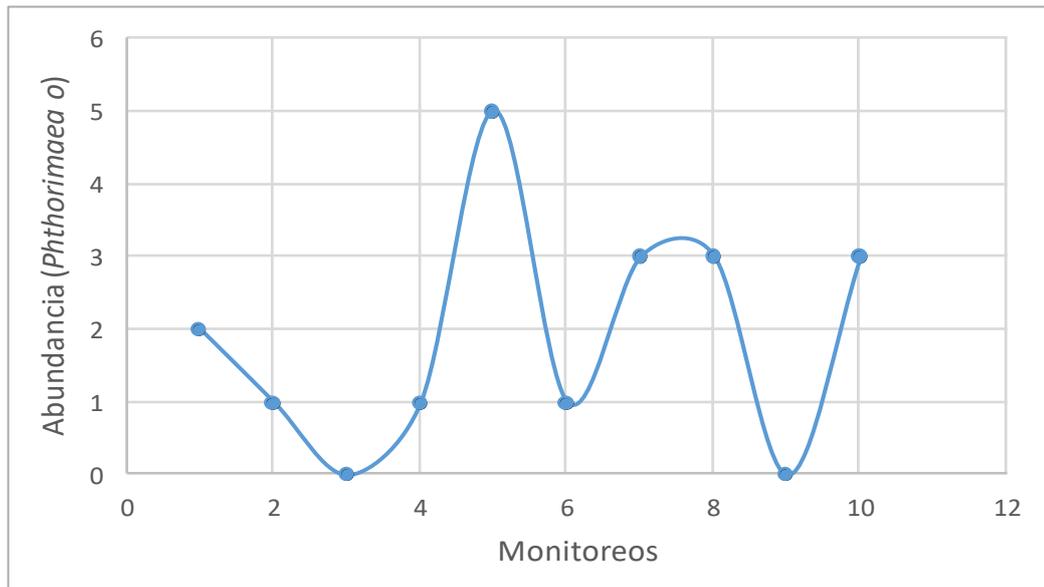


Gráfico 15-3. Fluctuación de *P. operculella* en El Calvario (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En el Gráfico 15-3 podemos observar que la curva de la fluctuación poblacional varia durante todos los monitoreos realizados, de tal manera que del tercer monitoreo donde no se registró ningún individuo de *P. operculella* al quinto monitoreo hubo un ascenso considerable en la curva donde se registró un total de 5 individuos siendo aquí el punto más alto donde se reportó su

presencia. A partir del quinto monitoreo observamos un leve descenso en la fluctuación de individuos reportando la presencia de 3 especies de *P. operculella* en la séptima, octava y décima fecha de monitoreo.

3.1.2.5. Comportamiento poblacional de palomillas en San Isidro

a. Comportamiento poblacional de *Tecia solanivora* en San Isidro

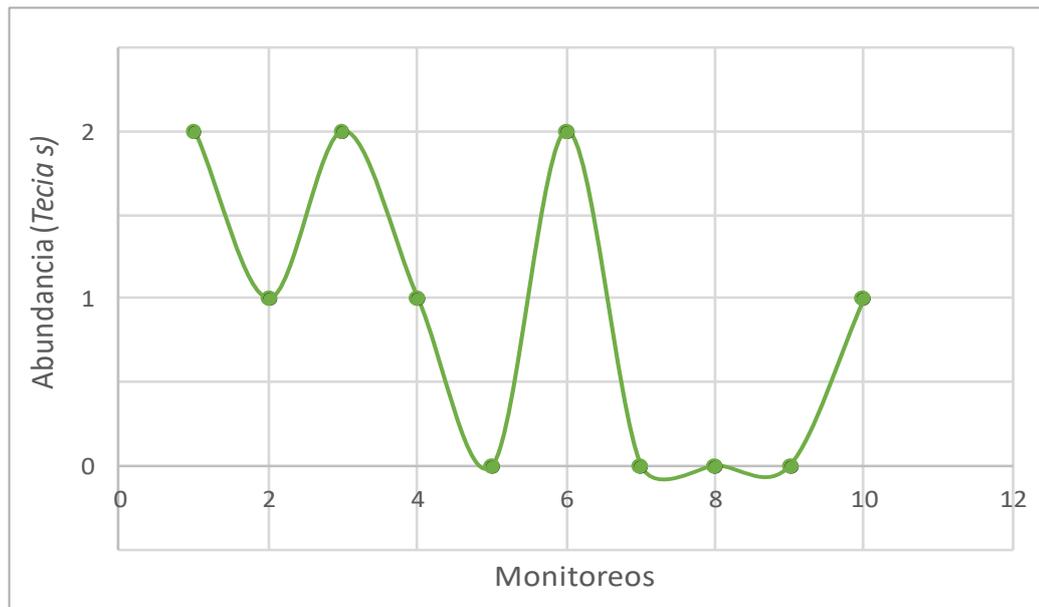


Gráfico 16-3. Fluctuación de *T. solanivora* en San Isidro (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

El comportamiento poblacional de *P. operculella* en la localidad de San Isidro (Zona alta) no fue muy considerable, ya que como vemos en el gráfico 16-3 solamente varían registros de entre 1 y 2 individuos cuantificados en las diferentes fechas monitoreadas, y en algunos casos no existe presencia, por lo que el pico más bajo de la curva es en el quinto, séptimo, octavo y noveno monitoreo y el más alto con tan solo 2 individuos es en el primero, tercero y sexto monitoreo.

b. Comportamiento poblacional de *Phthorimaea operculella* en San Isidro

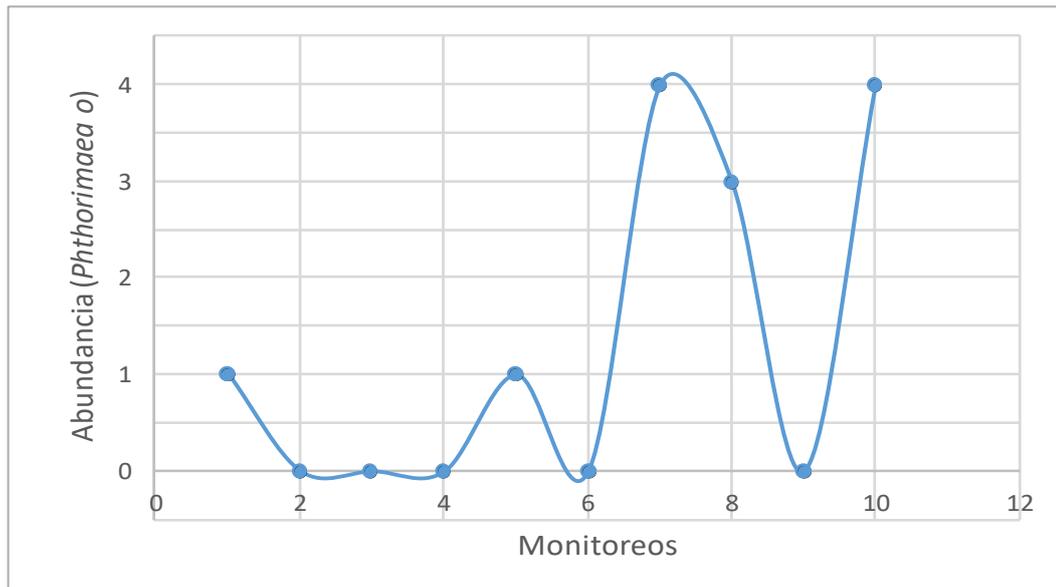


Gráfico 17-3. Fluctuación de *P. operculella* en San Isidro (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

En la curva de la dinámica poblacional (Gráfico 17-3), en las primeras semanas de monitoreo se reportó una baja presencia de *P. operculella*, siendo la primera y quinta fecha únicamente donde se registró solamente un individuo, en el sexto monitoreo no se registró presencia de esta especie de palomillas al igual que en la segunda, tercera, cuarta y novena fecha de monitoreo, siendo estas las fechas donde la curva tiende a tener sus picos más bajos.

Los monitoreos donde se registró un mayor número de palomillas (*P. operculella*) y por lo tanto la curva de la fluctuación poblacional tiende a tener sus picos más altos fueron en el séptimo y décimo monitoreo con una mínima cantidad de 4 individuos registrados, llegando de esta manera a tener muy baja presencia de esta especie de palomilla en esta localidad de San Isidro (Zona alta), ya que al encontrarse a una altitud de 3562 msnm su variabilidad climática no permite la multiplicación de estos individuos.

3.1.3. Identificación de entomopatógenos

Al realizar este tipo de muestreo para identificar la presencia de entomopatógenos no tuvimos éxito, ya que no se logró registrar su presencia en ningunas de las tres localidades (Guayarapata, El Calvario, San Isidro) donde se realizó el estudio, de manera que pudo intervenir las condiciones climática y las labores culturales que se deban en las diferentes zonas, por lo que la presencia de *B. cockerelli* fue mínima especialmente en la parte alta (San Isidro).

3.1.4. Datos meteorológicos registrados durante los días de monitoreo

3.1.4.1. Datos de temperatura registrados en las tres localidades durante los monitoreos

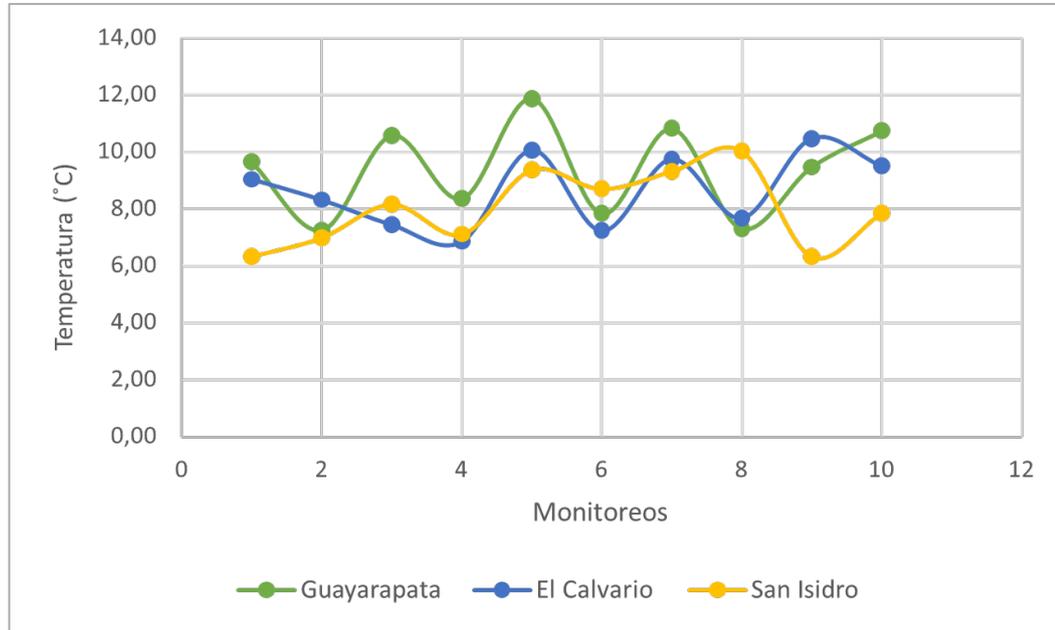


Gráfico 18-3. Variabilidad de temperatura en los tres sitios de estudio (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

Durante todos los monitoreos realizados (Julio 23 – Sept 24) se llevó un registro sobre datos de temperatura utilizando una aplicación de la nasa, de tal manera que en el gráfico 18-3 observamos cómo fue su variabilidad en las tres localidades que se realizó el estudio. En Guayarapata (3385 msnm) cuya zona altitudinal es baja, con una temperatura promedio de 9,40 °C observamos que el pico más alto de la curva se registró en el quinto monitoreo con una temperatura de 11,90 °C y el punto más bajo fue en el segundo monitoreo con una temperatura de 7,26 °C.

En la zona altitudinal media que corresponde a la localidad de El Calvario (3451 msnm) con una temperatura promedio de 8,65 °C se registró su temperatura más alta en el noveno monitoreo con un valor de 10,48 °C y con una temperatura de 6,87 °C en el cuarto monitoreo se observa el punto más bajo en la curva. Y para la zona altitudinal alta que es San Isidro (3562 msnm) con una temperatura promedio de 8,03 °C se registró que su punto más alto con una temperatura de 10,04 °C fue en el octavo monitoreo y el más bajo con 6,34 °C en el noveno monitoreo. De esta manera determinamos que la variabilidad en cuanto a la temperatura no fue muy considerable en las tres localidades de estudio ya que dichas localidades se encuentran en una zona ecológica bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (BsAn03).

3.1.4.2. Datos de precipitación registrados en las tres localidades durante los monitoreos

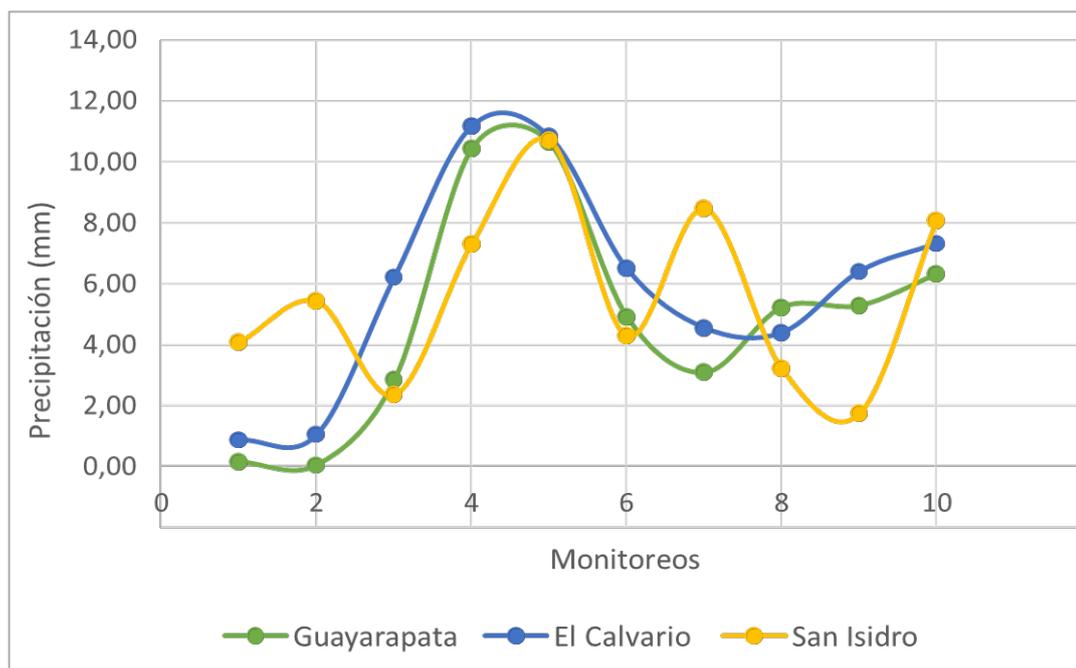


Gráfico 19-3. Variabilidad de precipitación en los tres sitios de estudio (Julio 23 – Sept 24)

Realizado por: Montaguano, Stalin. 2022

Referente a datos de precipitación al igual que la temperatura observamos en el gráfico 19-3 que en la localidad de Guayarapata (3385 msnm) zona altitudinal baja con una precipitación promedio de 4,89 mm presenta un mayor valor en el quinto monitoreo con 10,64 mm de precipitación y con 0,05 mm se registra en punto más bajo en el segundo monitoreo.

En la localidad de El Calvario (3451 msnm) zona altitudinal media con una precipitación de 11,67 mm se observa el valor más alto en el cuarto monitoreo y en el primer monitoreo con una precipitación de 0,87 mm se registró el punto más bajo, aquí observamos que a partir del cuarto monitoreo en adelante las precipitaciones fueron constantes hasta el último registro de datos siendo 5,93 mm el valor promedio de precipitación en esta zona.

En la zona altitudinal alta que corresponde a San Isidro (3562 msnm) con una precipitación promedio de 5,57 mm registrados durante los días de estudio llegamos a determinar que el punto más alto al igual que en las otras localidades se presentó en el quinto monitoreo con un valor de 10,71 mm de precipitación y en el punto más bajo se registró en el noveno monitoreo con una precipitación de 1,74 mm. Prácticamente con una diferencia no muy considerable observamos que en esta zona altitudinal alta (San Isidro) la presencia de precipitaciones fue mayor en

comparación con las otras dos localidades, ya que al encontrarse a 3562 msnm las condiciones climáticas van a variar y por lo tanto la presencia de insectos plagas aquí será mínima.

3.2. Discusión de los resultados

Basándonos en uno de los principales objetivos de esta investigación que fue evaluar la fluctuación de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en tres localidades de la provincia de Tungurahua, llegamos a determinar de forma general que la dinámica poblacional de paratíoxa tanto en sus estadios de huevo, ninfa y adultos en Guayarapata cuya zona altitudinal es baja (3385 msnm) y con una temperatura promedio de 9,40 °C fue muy similar a la localidad de El Calvario donde su temperatura promedio es de 8,65 °C y se encuentra en una altitud de 3451 msnm (Zona media), entonces haciendo referencia a los resultados obtenidos mencionamos que la fluctuación de estos individuos fue muy baja y en algunos casos se dio la ausencia de estos principalmente en San Isidro (Zona alta, 3562 msnm), esto hace referencia a lo que mencionan Tran, et al. (2012: p. 1194) que estos individuos durante su etapa inmadura y desarrollo total tienen un leve avance en sus días de desarrollo a temperaturas de entre 8 y 27 °C, pero al aumentar la temperatura por encima de los 31 °C sus días de desarrollo se maximizó levemente. Entonces, las variables climáticas que tenemos en las localidades de estudio incluyendo el rango altitudinal no son las más adecuadas para un desarrollo normal de estos individuos.

La población de *B. cockerelli* tanto en su estado de huevo y ninfa registrados durante las cinco fechas de monitoreo en dos de las tres localidades fueron muy similar, salvo en la localidad de San Isidro que con un rango altitudinal alto (3562 msnm) la fluctuación poblacional de huevos y ninfas fue escasa y no se registró presencia de adultos en ninguno de los monitoreos al igual que en la localidad de El Calvario (3451 msnm). En las localidades donde los rangos altitudinales fueron medio y bajo se registró igual número de huevos (28 individuos) y algo similar ocurrió en el caso de ninfas reportando un total 26 individuos en Guayarapata (Zona Baja) y 31 individuos en El Calvario (Zona media), siendo así la presencia de estos individuos muy bajas ya que Oirsa (2015) menciona que una hembra adulta generalmente puede ovopositar alrededor de 500 huevos en cada postura y estos eclosionan luego de 3 a 7 días donde pasa por 5 estadios ninfales hasta llegar a su etapa adulta después de 12 a 24 día, además, su baja presencia se debe también al no presentar los requerimientos climáticos como indica Munyaneza (2010) citado en Moreta (2021: p. 30) que el rango adecuado para el normal desarrollo de estos individuos está entre los 21-27 °C de tal manera que a temperaturas mayores de 32 °C y menores de 15 °C reducen la puesta de huevos así como la eclosión.

En esta parte también hubo la intervención de los agricultores ya que al realizar intensos controles con pesticidas lograron retrasar el desarrollo de estos individuos de manera que sus controles lo realizaban cada 12 a 15 días, tiempo adecuado ya que como indica Oirsa (2015), esta plaga cumple su ciclo biológico desde su estado en huevo hasta adulto entre 12 y 24 días, lo que, acompañado del rango altitudinal de las zonas y las condiciones climáticas no permite una alta dinámica poblacional de *B. cockerelli* en las mismas.

Al realizar un análisis de varianza (ANEXO G) con los datos registrados de *B. cockerelli* apreciamos que en la interacción entre localidad y estadio hubo una diferencia significativa por lo que al realizar la prueba de Tukey (Tabla 1-3) determinamos que la dinámica poblacional de ninfas en la localidad de El calvario (3451 msnm; 8,65 °C) fue la que mayor relevancia tubo con una media poblacional de 6,2 individuos, de igual manera para el caso de huevos con una media poblacional de 5,6 individuos fue que se registró mayor fluctuación en las localidades de Guayarapata y El Calvario. Considerablemente estos datos son diferentes a los que se registró en localidades como Guayarapata referente al registro de huevos (0,4 individuos), San Isidro pertinente a ninfas (0,2 individuos), y en cuanto a los adultos no se reportó presencia en El Calvario y San Isidro, por lo tanto, al comparar sus medias poblacionales tienen una diferencia significativa de manera que estamos de acuerdo con nuestra hipótesis alterna planteada la cual menciona que la población del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) presentan variación en los cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en al menos una de las tres localidades de Tungurahua.

Estos resultados son muy bajos en comparación con otras investigaciones que se ha realizado en la zona sierra de nuestro país, ya que como indica Vinueza (2021: pp. 32-40), podemos corroborar que la variabilidad climática tiene mucho que ver con la dinámica poblacional de *B. cockerelli*, ya que la temperatura donde se realizó dicha investigación varía entre 20 y 26 °C y la precipitación entre 20 y 50 mm, por lo que, cuyos resultados son idóneos para el desarrollo de estos individuos, de tal manera que la dinámica poblacional registrados en aquellas localidades fueron considerablemente altas donde se registró poblaciones entre 148 a 2810 individuos referente a huevos, 451 a 888 ninfas y 290 a 1022 adultos respectivamente Vinueza (2021: pp. 32-40), lo cual no sucedió en nuestro caso, donde la dinámica poblacional fue muy baja.

De las dos especies de palomillas que se realizó un estudio de cómo fue su comportamiento poblacional en tres localidades de Tungurahua (Gráfico 11-3) se pudo observar que con 88 individuos registrados de *P. operculella* en la localidad de Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) fue la especie y la zona donde más dinámica poblacional se observó, ya que la presencia de la misma especie en El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C) y San Isidro (3562 msnm; 8,03 °C) fue

mucho más baja con un registro de 19 y 13 individuos respectivamente. Estos valores son muy bajos en comparación a los que registró Camacho y Castillo (2019: pp. 61-62) en tres localidades de la misma provincia (Tungurahua), donde el mayor número de individuos de *P. operculella* fue de 765 individuos, seguido por 302 y 98 individuos registrados en las otras dos localidades respectivamente, estos resultados son más elevados a los que se registró en nuestra investigación que fue realizada en localidades de la misma provincia, pero esto puede estar relacionado a la variabilidad climática, ya que como indica Corrales (2020: p. 27) estos individuos tienden a incrementar su incidencia a medida que la temperatura aumenta a rangos entre los 12 a 14 °C y por lo tanto los problemas en los cultivos son más severos al existir mayor presencia de estos individuos.

La fluctuación poblacional de *T. solanivora* incluso fue más baja que la de *P. operculella* ya que la localidad donde más presencia hubo fue en Guayarapata (3385 msnm; 9,40 °C) con un total de 15 individuo registrados en los diez monitoreos realizados, seguido con un total de 9 individuos registrados tenemos a San Isidro (3562 msnm; 8,03 °C) y por último en la localidad de El Calvario (3451 msnm; 8,65 °C) se presentó un mínimo registro de 4 individuos cuantificados en todos los monitoreo. Estos valores son aún más bajos en comparación con los de Camacho y Castillo (2019: pp. 61-62) donde la localidad que más individuos de *T. solanivora* registro un total de 423, seguido por las otras dos localidades donde se registró 369 y 189 respectivamente. Como señala (Barragán y Zaddam (2003: p. 15), una elevada presencia de estos individuos está relacionado con la temperatura que requiere para cumplir su ciclo biológico que debe estar entre los 15 y 20 °C, por ende, las localidades donde realizamos el estudio no presentan los requerimientos que esta especie necesita para desarrollarse, siendo 9,04 °C el promedio de la temperatura en la zona más baja (Guayarapata, 3385 msnm) e incluso aún más baja en la parte alta San Isidro con una temperatura promedio de 8,30 °C.

Con los resultados obtenidos de las dos especies de palomillas en las tres localidades (Guayarapata, El Calvario y San Isidro) se realizó un análisis de varianza donde determinamos que no se presentó diferencias significativas, de tal manera que la única localidad donde mayor registro de individuos fue en Guayarapata con relación a *P. operculella*, esto está relacionado con el gradiente altitudinal y la variabilidad climática que presenta cada una de las localidades de estudio. Como se mencionaba anteriormente la temperatura que se da en las localidades donde se realizó el estudio no fueron favorables para su desarrollo ya que como indica Estay, et al. (2008: p. 1) la temperatura ideal para su desarrollo está por encima de los 25 °C y cuando esta es inferior a 11 °C su ciclo biológico se ve alterado impidiendo su desarrollo.

Adicionalmente otro de los factores que pudo afectar la presencia de palomillas en las diferentes localidades, es la intervención de los agricultores ya que sus controles químicos lo realizaban con frecuencias entre los 12 a 15 días, por lo que, estas palomillas no pueden completar su ciclo biológico que prácticamente se completa a los 21-22 días como indica (Iniaf, 2012: p. 19).

La identificación de entomopatógenos del psílido (*Bactericera cockerelli* Sulc.) no se pudo registrar en ninguna de las tres localidades, pese a que en la zona baja (Guayarapata, 3385 msnm) y zona media (El Calvario, 3451 msnm) hubo baja presencia de *B. cockerelli*, según Mag (2010: p. 4) entomopatógenos como (*Paecilomyces fumosoroceus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*) y enemigos naturales como los depredadores león de los áfidos (*Chrysoperla ssp.*), la catarinita roja (*Hippodamia convergens*) y las larvas de la avispa (*Tamarixia triozae*) juegan un papel muy importante como agentes de control del psílido, de manera que su presencia dentro del cultivo fuera idónea, pero en este caso su ausencia puede estar relacionada con los intensos controles químicos que realizan los agricultores utilizando pesticidas efectivos (ANEXO I), acabando de esta manera con organismos benéficos y perjudiciales.

CONCLUSIONES

- La dinámica poblacional de *B. cockerelli* que se pudo considerar en la zona baja (Guayarapata, 3385 msnm) donde se reportó un total de 28 huevos, 26 ninfas y tan solo 2 adultos es muy similar a la que se presenta en la zona media (El Calvario, 3451 msnm) ya que aquí se reportó 28 huevos al igual que en Guayarapata, 31 ninfas y no hubo la presencia de adultos en lo que se realizó todos los monitoreos, a diferencia de la zona alta (San Isidro, 3562 msnm), donde podemos mencionar que en esta localidad la dinámica poblacional fue escasa ya que se registró la presencia de tan solo 4 huevos, 1 ninfa y 0 adultos, por lo tanto, estadísticamente se llegó a concluir que los estadios y las localidades donde hubo mayor dinámica poblacional se dio en El Calvario (Zona baja) y Guayarapata (Zona media) donde las medias poblacionales que predominaron fueron huevos y ninfas, y prácticamente en San Isidro (Zona Alta) la fluctuación de estos individuos fue casi nula, entonces estamos de acuerdo que el gradiente altitudinal a media que es más elevado las condiciones climáticas también cambian y por lo tanto la fluctuación de estos individuos disminuye ya que para un desarrollo normal necesitan temperaturas entre 21 a 27 °C, de manera que estos requerimientos no se dio en las localidades de estudio donde las temperaturas variaron entre 8,03 °C y 9,40 °C.

- El comportamiento poblacional de las especies de palomillas para el caso de *T. solanivora* fue muy bajo en las tres localidades, donde se registró 15 individuos en la zona baja (Guayarapata, 3385 msnm), tan solo 4 individuos en la zona media (El Calvario, 3451 msnm) y se cuantificó 9 individuos en la parte alta (San Isidro, 3562 msnm); con relación a *P. operculella* en Guayarapata fue el único lugar donde hubo mayor dinámica poblacional con la presencia de 88 individuos en total, ya que en la zona media se registró 19 individuos y 13 individuos en la parte alta, entonces al realizar un análisis con los datos obtenidos llegamos a deducir que no hubo diferencias significativas en la fluctuación de estas especies de palomillas en ninguna de las localidades, ya que el registro de las mismas fue muy bajo, por lo tanto la baja cantidad de palomillas se debe a las condiciones climáticas que se presenta en la zona y además, por el hábitad que no fue el adecuado.
- En la identificación de entomopatógenos que se realizó en las tres localidades (Guayarapata, El Calvario, San Isidro) de estudio no se pudo obtener resultados, ya que, los factores climáticos y altitudinales no fueron óptimos para su presencia y acompañado a esto están los intensos controles químicos que realizan los agricultores para evitar pérdidas en el cultivo, por lo tanto, con estos controles están eliminando organismos que están presentes en el cultivo ya sean estos benéficos o perjudiciales.

RECOMENDACIONES

- Buscar alternativas para disminuir el excesivo control con productos químicos, en vista de que la población de *B. cockerelli*, no tiene mayor fluctuación en zonas con un grado altitudinal alto.
- Realizar un cambio de las feromonas sexuales cada 8 semanas en caso de realizar un control de palomillas, ya que, durante ese tiempo estas llegan a perder su efectividad de atracción.
- Identificar entomopatógenos del psílido donde la presencia de estos individuos sea más elevada.
- Realizar más estudios sobre el comportamiento poblacional tanto de *B. cockerelli* y de las palomillas tomando en cuenta lotes que se encuentren en diferentes grados altitudinales para comparar con nuestra información.

GLOSARIO

Dinámica poblacional: Es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas, así como los factores y mecanismos que los regulan.

Entomopatógenos: Son microorganismos que se adhieren a la superficie de los insectos y se desarrollan hacia el interior de los mismos, generando daños internos que pueden producir la muerte del insecto (Ortega, 2007: p. 1).

Etológico: Se entiende por la utilización de métodos de represión que aprovechan las reacciones de comportamiento de los insectos (Metzler, 2004).

Feromona: Son señales químicas emitidas por una trampa que le permiten comunicarse con individuos de especies a la que pertenece dicha trampa (Ramirez, 1996: p. 28)

Fluctuación: La fluctuación de insectos se da cuando se ve afectada por factores bióticos y abióticos y la respuesta de esos individuos a estos factores.

Larva: Se denomina larva el estadio inmaduro de todos los insectos holometábolos, comprendido entre la etapa del huevo y la del individuo adulto, concretamente indica la fase intermedia en la metamorfosis de algunos animales (Costa y Ide, 2009).

Ninfa: Una vez que los huevos cumplen su período de incubación, de ellos emergen las ninfas, que son el estadio intermedio entre huevo y adulto (Toledo, 2016a).

Parasitoides: Son insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente lo matan (Ríos, 2011: p. 1).

Psílido: Son comedores muy particulares, se alimentan succionando los jugos de las plantas, y cada especie solo se alimenta de un tipo particular de planta (Ricardo, 2021).

Trampas monocromáticas: Son dispositivos, que atraen a insectos por medio del color. Una vez que el insecto se posa en el pegamento de la trampa, no puede abandonarla y muere al cabo de un tiempo (Jiménez, 2009) citado en (Jaramillo, 2021: p. 19)

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, I y CASTRO, M. “Manual interactivo de la papa”. *INIA. Plagas Insectiles - Lepidóptera*. [En línea], 2015, (Chile), [Consulta: 15 de Septiembre de 2021]. Disponible en: <https://manualinia.papachile.cl/?page=manejo&ctn=80>.

BARRAGÁN, Á. “Identificación, biología y comportamiento de la polillas de la papa en Ecuador”, (2005), (Ecuador) pp. 5-9.

BARRAGÁN, Á., & ZADDAM, J. “Dinamica poblacional y contro biológico de las polillas de la papa”. *Nuestra Ciencia*, (5), [En línea], 2003, (Ecuador), pp. 14-16. [Consulta: 22 de Febrero de 2022]. Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-09/010033749.pdf

BORBA, N. “La papa un alimento básico”. *Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica*, (2008), pp. 1-11.

CAMACHO, J., & CASTILLO, C. “Monitoreo de Tres Especies de Polillas de la Papa en la Provincia de Tungurahua”, (2019), pp. 61-62.

CARANQUI, C. Daños de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Paratrioza), pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la Comunidad de Juan Montalvo, Provincia de Carchi. [En línea] (Trabajo de titulación), Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. 2019. p. 29. [Cosnsulta: 10 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1027/1/386-MORETA%20YAMBAY%20KEVIN%20JAVIER.pdf>

CASTILLO, C. “Punta morada de papa en Ecuador, actualidad”. *VIII CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA*, (2019).

CASTILLO, C., & CUESTA, X. “Futuro de la investigación en el manejo integrado de plagas en el cultivo de papa en ecuador”. (2017), pp. 81-82.

CHEHAB, C., & JÁCOME, M. *El cultivo de papa en ecuador y planes de mejora*. [En línea]. 2013. [Consulta: 17 de Noviembre de 2021]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/153673116/El-cultivo-de-papa-en-Ecuador-y-planos-de-mejora-competitiva>.

CHUQUIYAURI, V. Determinación de las concentraciones de plomo y mercurio en la papa blanca, amarilla y huayro que se comercializan en los mercados de huánuco. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Huanuco, Perú. 2021. p. 22. [Consulta: 25 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/2633/Vincula%20Chuquiyauri%2c%20Gina%20Roilita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORRALES, P. Predicción de la incidencia del cambio climático sobre el daño potencial de *Phthorimaea operculella* (Zeller) en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en Tungurahua. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31418/1/004%20Tesis%20maestr%C3%ADas%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20-%20Corrales%20Pa%C3%BAI.pdf>

CORTEZ, R., & HURTADO, G. “Cultivo de papa”. *Guía técnica*. [En línea], 2002, (El Salvador). Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>.

COSTA, C., & IDE, S. “Insectos Inmaduros”. *Metamorfosis e identificación*. 2009.

CUESTA, X., VELÁSQUEZ, J., RACINES, M., MONTEROS, C., & JARAMILLO, P. “Punta morada de la papa”. *INIAP*. 2019, Ecuador.

EGÚSQUIZA, B. “La Papa (*Producción, transformación y comercialización*)”. Ecuador : Cimagraf S.R.L, 2000, pp. 134-164.

ESTAY, P., et al. “Manejo integrado de la polilla de la papa”. *IniaTierra*. [En línea], 2008, [Consulta: 22 de Febrero de 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6400/NR35006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FAO. “Cultivo de papa, año internacional de la papa”. *FAO*. [En línea], 2008, [Consulta: 06 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>.

FIGUEROA, E. Evaluación de cuatro programas de control químico para mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y paratrioza (*Paratrioza cockerelli*). (Trabajo de titulación), Universidad de San Carlos de Guatemala, Sacatepéquez Guatemala. 2015.

FIGUEROA, M. Fluctuación poblacional de tres tipos de polillas de la papa, en la provincia Aroma (Centro Belén, Challapata y Tarakollu) del departamento de la Paz. [En línea]. (Trabajo de titulación), (Tesis Grado). Universidad Mayor de San Andres. La Paz - Bolivia. 2004. P. 1. [Consulta: 26 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4809/T1282.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FLORES , R. Determinación de la presencia y distribución del psílido de la papa, *Paratrioza cockerelli* (homóptera:psyllidae) en cuatro municipios de Quetzaltenango, Guatemala, C.A., Diagnóstico y servicios realizados en el Laboratorio Fitosanitario. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2016. pp. 57-60. [Consulta: 26 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6034/1/RAQUEL%20IRENE%20FLORES%20PINEDA.pdf>

HERRERA, M., & DANGLES, O. “Preferencia de oviposición en tres especies de polilla de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae)”. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*. Vol. 33, N. 1-2. (2017), (Ecuador).

INIAF. “Guia practica para producir nuestra semilla de papa de calidad”. *Iniaf*, (2012).

INIAP. “Cultivo de papa”. *Ministerio de agricultura y ganadería*. [En línea], 1974, (Ecuador), [Consulta: 6 de Octubre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4617/1/iniapsc633.491E17p23PC.pdf>

INIAP. “La palomilla de la papa (*Tecia solanivora*) en el Carchi; situación actual y perspectivas de control”. *Iniap*. [En línea], 1997, (Ecuador), [Consulta: 6 de Octubre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5165/1/iniapscR1997n9p5-6.pdf>

INIAP. “Manual del cultivo de papa para pequeños productores”. *Iniap*, (2014), (Ecuador).

INIAP. “Plan emergente frente a la presencia de Punta Morada de la Papa en Ecuador”. *Iniap*. [En línea], 2018, (Ecuador), [Consulta: 6 de Octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-ejecuta-un-plan-emergente-frente-a-la-presencia-de-punta-morada-de-la-papa-en-ecuador/>.

INIAP. “Sistematización de tecnologías desarrolladas para el control de Tecia solanivora, dentro de un programa de manejo integrado de plagas”. *Iniap*. (2003), (Ecuador) pp. 12-15.

INTAGRI. “Manejo integrado de paratrioza”. *Intagri*. [En línea], 2016, (Ecuador), [Consulta: 6 de Octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-paratrioza>.

INTAGRI. “Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa”. *Intagri*. (2001), (Ecuador).

JARAMILLO, E. Evaluación de cuatro tipos de trampas cromáticas en la captura del barrenador del tallo (*Melanagromyza* sp.) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en la comunidad Cuesaca, Cantón bolívar provincia del Carchi, Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 2021. p. 19. [Consulta: 19 de Febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11594/2/03%20AGP%20301%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

JIM , R. “El Psílido de la Papa”. *Hortalizas*. [En línea], 2010. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/el-psilido-de-la-papa/>.

LEON, J., et al. “Riego Tecnificado a Presión en Papa”. 2019. pp. 3-6.

MAG. “SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.)”. *Mag*. [En línea], 2010, (Ecuador), [Consulta: 12 de Febrero de 2022]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>

MANOBANDA, A. *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, Ecuador. 2020. [Consulta: 6 de Octubre de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31417/1/003%20Tesis%20maestr%20c3%adas%20Cambio%20Clim%20a1tico%20-%20Manobanda%20Maribel%20%20.pdf>

METZLER, B. “Las feromonas y sus usos en el manejo integrado de plagas”. 2004.

MORENO, E. Evaluación de un bactericida para el manejo del Complejo Punta Morada. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador. 2020. p. 4. [Consulta: 13 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21983/1/T-UCE-0004-CAG-279.pdf>

MORETA, K. Evaluación de insecticidas en la infestación de *Bactericera cockerelli* según la etapa fenológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador. 2021. p. 30. [Consulta: 7 de Febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1027/1/386-MORETA%20YAMBAY%20KEVIN%20JAVIER.pdf>

MUÑIZ, R., & MÉNDEZ, C. “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”. *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria*. (2015), (El Salvador) pp. 6-7.

OLOVACHA, G. Evaluación de extractos vegetales de zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis*) higuierilla (*Ricinus communis*) para el control in vitro de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Univesidad Tecnica de Ambato, Ecuador. 2020. p. 2. [Consulta: 13 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31552/1/Tesis-258%20%20Ingenier%20c3%ada%20Agron%20c3%b3mica%20-CD%20675%20Olovacha%20Gustavo.pdf>

ORTEGA, P. “Hongos entomopatógenos para el control de plagas en la agricultura familiar”. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. (2007).

OTINIANO, R. *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*. Perú : GRAFIKOZ, 2017. pp. 20-26.

PUMISACHO, M., & SHERWOOD, S. *El cultivo de la papa en Ecuador*. Ecuador : Abya Yala, 2002. pp. 21-40.

RAMIREZ, P. “Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura”. 1996.

REINOSO, I. “La polilla de la papa en Ecuador”. 1997.

REYES, C. “Palomilla de la papa - *Phthorimaea operculella*”. *PANORAMAagro*. [En línea], 2017, [Consulta: 20 de Octubre de 2021]. Disponible en: <https://panorama-agro.com/?p=2587>.

REYES, N., et al. Distribución de la palomilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* Povolný, (Lepidoptera:Gelechiidae) en México. [En línea], 2017. Disponible en: http://socmexent.org/entomologia/revista/2017/EA/EM2622017_369-373.pdf.

RICARDO, R. “Qué son los psílicos – Definición y ciclo de vida”. 2021.

RIÓS, L. “Qué son los parasitoides” *Revista Ciencia*. [En línea], 2011, pp. 20-25. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.pdf

RODRÍGUEZ, L. “Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas”. (2009). pp. 305-312.

RUBIO, Á., et al. “Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México”. *Agricultura técnica en México*. Vol. 32. (2006).

SALAZAR, B. Identificación de los factores que inciden en la pérdida de los saberes ancestrales en la producción de papa (*solanum tuberosum*) en la parroquia ambatillo, cantón Ambato. Universidad Tecnica de Ambato. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Univesidad Tecnica de Ambato, Ecuador. 2017. p. 7. [Consulta: 13 de Noviembre de 2021]. Disponibl en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24853/1/tesis%20016%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Salazar%20Scotland%20Billy%20Jinson%20-%20cd%20016.pdf>

SANTOS, M., et al. *Diversidad genética y distribución geográfica de fitoplasmas asociados con la enfermedad de la punta morada de la papa en México*. Plant Disease, 2010.

SEMINIS. “¿Qué Es La Paratrioza (Pulgón Saltador)?” *Seminis* [En línea], 2017, (México). [Consulta: 20 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.seminis.mx/blog-que-es-la-paratrioza-pulgon-saltador/>

TOLEDO, M. “Manejo de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de la papa”. *SAG-DICTA*. [En línea], 2016a, (Honduras). [Consulta: 23 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b4174e/b4174e.pdf>

TOLEDO, M. “Manejo de la palomilla de la papa (*Tecia solanivora*)”. *SAG-DICTA*. [En línea], 2016b, (Honduras). [Consulta: 23 de Noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B4173e/B4173e.pdf>

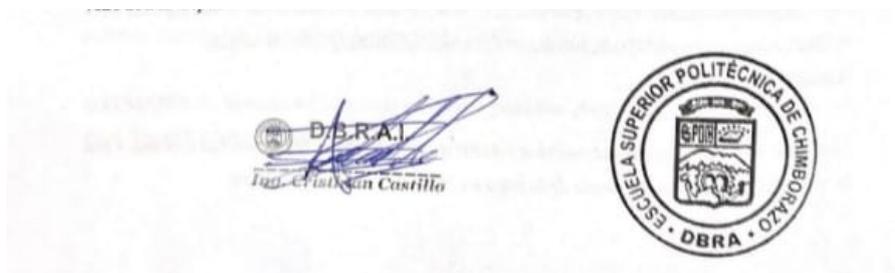
TORRES , F. “Biología y manejo integrado de la polilla centroamericana de la papa *Tecia solanivora* en Venezuela”, Vol. Serie A 14, 13. 1998.

TORRES, H. *Manual de las enfermedades mas importantes en la papa*. Perú : SENASA, 2002. pp. 5-57.

TRAN, L., et al. Estimating Development Rate and Thermal Requirements of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) Reared on Potato and Tomato By Using Linear and Nonlinear Models. s.l. : Environ. Entomol, 2012. Vol. 41: pp. 98-1190.

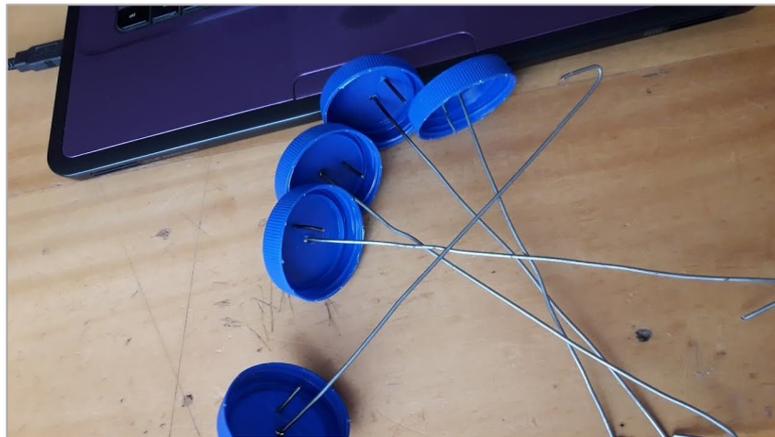
VIGNOLA, R., et al. “Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa”. 2017.

VINUEZA, S. Evaluación de la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* Šulc. en plantaciones de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el valle del chota. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ecuador. 2021. pp. 32-40. [Consulta: 12 de Febrero de 2022.]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11055/2/03%20AGP%20286%20TRABAJO%20GRADO.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: Elaboración de trampas para palomillas de la papa



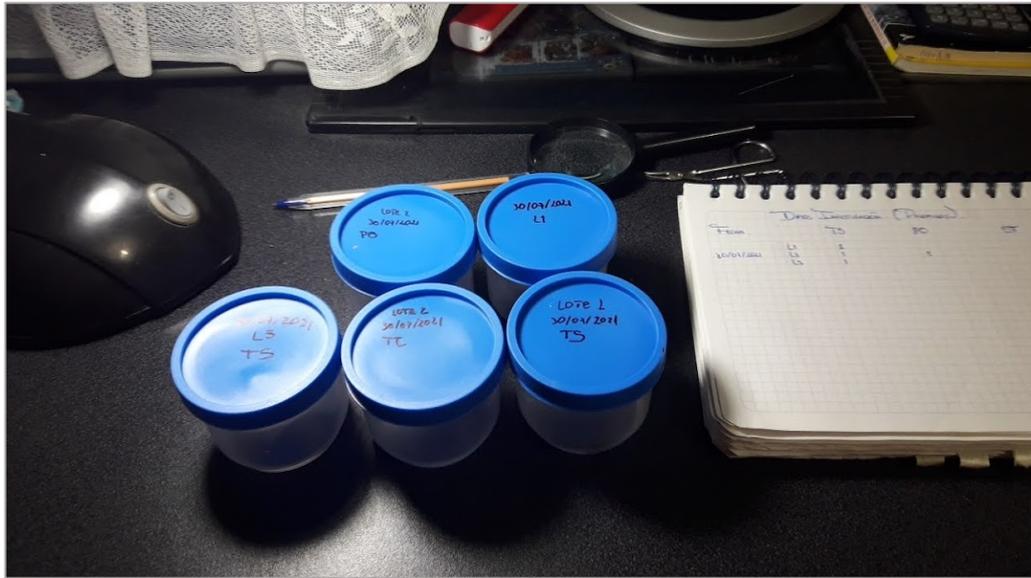
ANEXO B: Muestreo descriptivo utilizado para la toma de datos



ANEXO C: Feromonas específicas para cada especie de palomilla



ANEXO D: Registro de las diferentes especies de palomillas capturadas



ANEXO E: Cuantificación de huevos y ninfas de paratrioza en muestras tomadas de diferentes plantas



ANEXO F: Registro de la cuantificación de *B. cockerelli* en sus estadios de huevo, ninfa y adulto

| Localidad | Estadios | Monitoreo | Población |
|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Guayarapata | Huevos | 1 | 5 |
| Guayarapata | Ninfas | 1 | 4 |
| Guayarapata | Adultos | 1 | 0 |
| Guayarapata | Huevos | 2 | 2 |
| Guayarapata | Ninfas | 2 | 2 |
| Guayarapata | Adultos | 2 | 0 |
| Guayarapata | Huevos | 3 | 5 |
| Guayarapata | Ninfas | 3 | 8 |
| Guayarapata | Adultos | 3 | 2 |
| Guayarapata | Huevos | 4 | 7 |
| Guayarapata | Ninfas | 4 | 5 |
| Guayarapata | Adultos | 4 | 0 |
| Guayarapata | Huevos | 5 | 9 |
| Guayarapata | Ninfas | 5 | 7 |
| Guayarapata | Adultos | 5 | 0 |

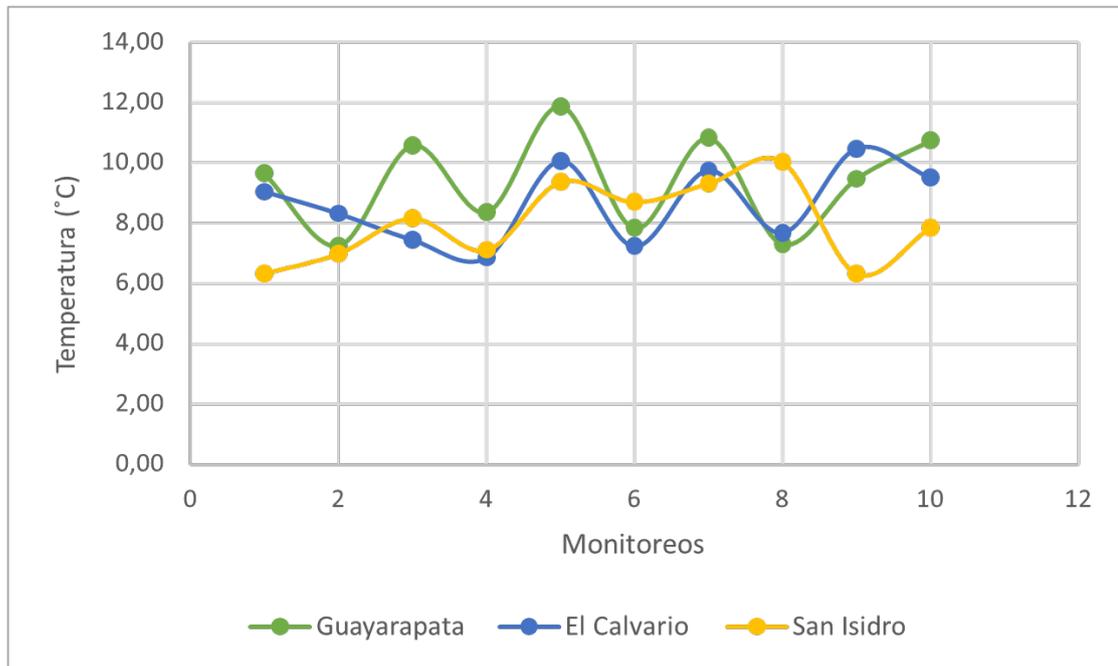
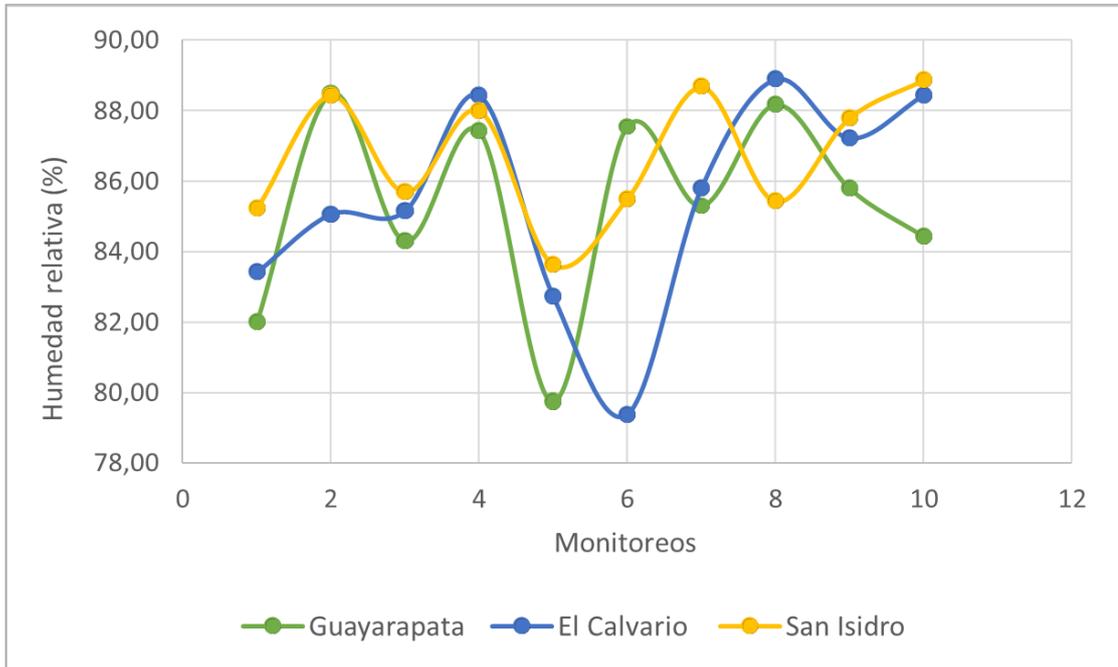
| | | | |
|-------------|---------|---|---|
| El Calvario | Huevos | 1 | 2 |
| El Calvario | Ninfas | 1 | 4 |
| El Calvario | Adultos | 1 | 0 |
| El Calvario | Huevos | 2 | 4 |
| El Calvario | Ninfas | 2 | 4 |
| El Calvario | Adultos | 2 | 0 |
| El Calvario | Huevos | 3 | 5 |
| El Calvario | Ninfas | 3 | 7 |
| El Calvario | Adultos | 3 | 0 |
| El Calvario | Huevos | 4 | 8 |
| El Calvario | Ninfas | 4 | 9 |
| El Calvario | Adultos | 4 | 0 |
| El Calvario | Huevos | 5 | 9 |
| El Calvario | Ninfas | 5 | 7 |
| El Calvario | Adultos | 5 | 0 |

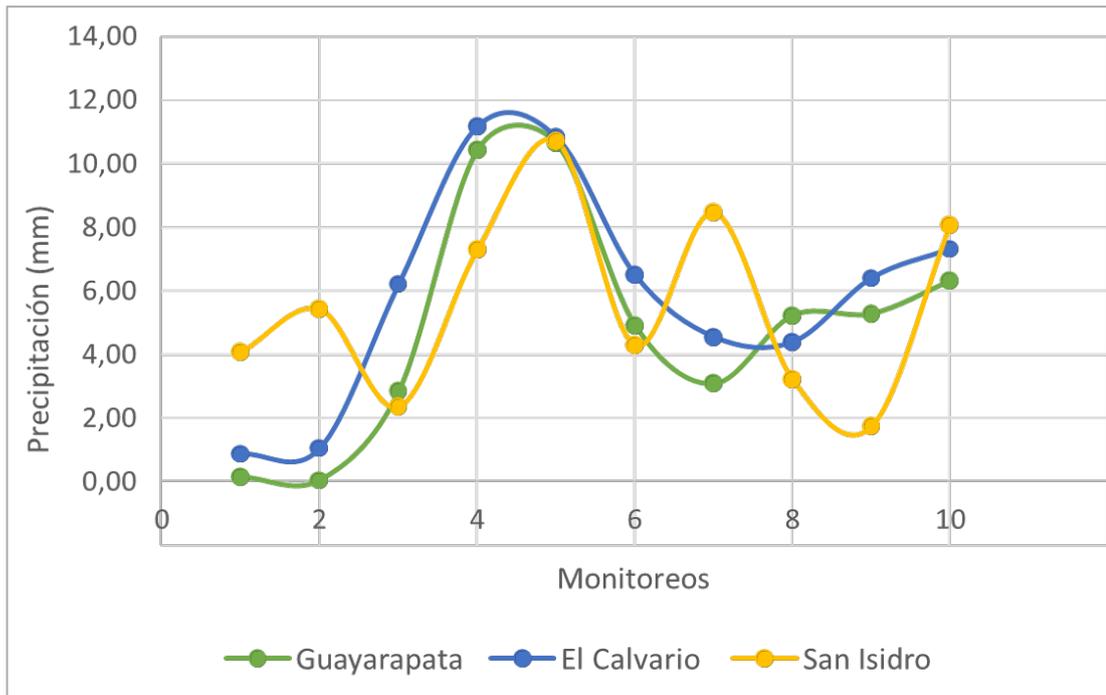
| | | | |
|------------|---------|---|---|
| San Isidro | Huevos | 1 | 0 |
| San Isidro | Ninfas | 1 | 0 |
| San Isidro | Adultos | 1 | 0 |
| San Isidro | Huevos | 2 | 0 |
| San Isidro | Ninfas | 2 | 1 |
| San Isidro | Adultos | 2 | 0 |
| San Isidro | Huevos | 3 | 4 |
| San Isidro | Ninfas | 3 | 0 |
| San Isidro | Adultos | 3 | 0 |
| San Isidro | Huevos | 4 | 0 |
| San Isidro | Ninfas | 4 | 0 |
| San Isidro | Adultos | 4 | 0 |
| San Isidro | Huevos | 5 | 0 |
| San Isidro | Ninfas | 5 | 0 |
| San Isidro | Adultos | 5 | 0 |

ANEXO G: Cuadro de análisis de la varianza para *B. cockerelli*

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | (Error) |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|--------------------|
| Modelo | 29,32 | 8 | 3,66 | 18,85 | <0,0001 | |
| Localidad | 11,03 | 2 | 5,52 | 4,49 | 0,0949 | Localidad*Estadios |
| Estadios | 13,38 | 2 | 6,69 | 5,45 | 0,0721 | Localidad*Estadios |
| Localidad*Estadios | 4,91 | 4 | 1,23 | 6,32 | 0,0006 | |
| Error | 7 | 36 | 0,19 | | | |
| Total | 36,32 | 44 | | | | |

ANEXO H: Graficas sobre datos meteorológicos registrados en las fechas de los monitoreos





ANEXO I: Pesticidas que utilizan en la asociación para el control de plagas

| PLAGAS | CONTROL |
|----------------------------|----------------|
| Gusano Blanco | Regent |
| | Engeo |
| | Lorsban |
| G. Blanco (Etapa madura) | Eltra |
| Pulguilla, Minador y Trips | Orthene |
| | Evisect |
| | Curacron |
| | Curange |
| Punta Morada | Tayo |
| | Kenshi |
| | Terraclor |
| | Kañon |
| | Polo |