



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“EFECTO DEL USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN LA DINÁMICA  
POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* (Sûlc) EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.),  
COTACACHI, IMBABURA”**

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

**AUTORA:**

Mishel Amparito Sevilla Almeida

**DIRECTORA:**

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

**Ibarra, mayo y 2022**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

## “EFECTO DEL USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sûlc EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.), COTACACHI, IMBABURA”

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

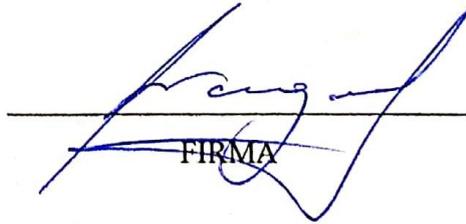
**DIRECTOR**



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004433676		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Sevilla Almeida Mishel Amparito		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Natabuela- Gabriela Mistral y panamericana Norte		
<b>EMAIL:</b>	masevilaa@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2535529	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0969322274

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	EFFECTO DEL USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Bactericera cockerelli</i> (Sûlc) EN PAPA ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), COTACACHI, IMBABURA
<b>AUTOR (ES):</b>	Mishel Amparito Sevilla Almeida
<b>FECHA:</b>	26/05/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería Agropecuaria
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

## 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de mayo de 2022

### EL AUTOR:

  
.....

Nombre: Mishel Sevilla

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mishel Amparito Sevilla Almeida, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 30 días del mes de mayo de 2022



---

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Gufa:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 30 días del mes de mayo del 2022

**Mishel Amparito Sevilla Almeida:** “EFECTO DEL USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sûlc EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.), COTACACHI, IMBABURA” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 30 días del mes de mayo del 2022, 96 páginas.

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

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto del uso de extractos vegetales en la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* Sûlc en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Entre los objetivos específicos se encuentran: 1. Determinar el efecto de los extractos acuosos en los estadios de *B. cockerelli* S. en el cultivo de papa. 2. Analizar el efecto de los extractos en la entomofauna presente en el cultivo de papa. 3. Comparar el rendimiento del cultivo de papa en los diferentes tratamientos.



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

**Directora de Trabajo de Grado**



.....  
Mishel Amparito Sevilla Almeida

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, que en su infinita bondad y amor me ha guiado a lo largo de mi vida, a mis padres Amparito y Holger quienes son mi mayor ejemplo de superación, perseverancia y sacrificio.

A mi madre querida infinitas gracias, ya que me ha brindado todo su amor y compañía en este arduo camino lleno de alegrías y enseñanzas, a mi hermano Mateo que siempre me ha motivado a cumplir mis objetivos.

A la Universidad Técnica del Norte y a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por haberme convertido en una profesional que le apasiona lo que hace, y haberme permitido vivir la experiencia universitaria de la mejor manera.

Además, un especial agradecimiento a mi directora la PhD. Julia Prado, por los conocimientos brindados, su paciencia y el tiempo dedicado, de igual forma a mis opositores MSc. Juan Pablo Aragón y MSc. Ima Sánchez, por su compromiso para guiarme en el desarrollo de este proyecto.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y el Centro Internacional de la Papa, por confiar en mí para llevar a cabo este proyecto.

Por último, agradezco el apoyo que me brinda mi familia y amigos, por sus palabras de aliento, su apoyo y confianza.

*Mishel Sevilla*

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este logro a Dios y a todas las personas que me han acompañado a lo largo de mi carrera universitaria y a los que contribuyeron con el desarrollo de esta investigación, especialmente a mi querida madre Amparito, puesto que sin su apoyo, paciencia y motivación nada de esto sería posible, a mi padre Holger, que siempre ha tenido una palabra de aliento para seguir adelante y no darme por vencida, a mi hermano Mateo por su cariño y apoyo incondicional.

*Mishel Sevilla*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE ANEXOS .....	v
RESUMEN .....	vi
CAPITULO I .....	8
INTRODUCCIÓN .....	8
1.1 ANTECEDENTES .....	8
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	9
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	10
1.4 OBJETIVOS .....	11
1.4.1 Objetivo general .....	11
1.4.2 Objetivos específicos .....	11
1.5 HIPÓTESIS .....	11
CAPITULO II .....	12
MARCO TEÓRICO .....	12
2.1 GENERALIDADES DE LA PAPA .....	12
2.1.1 Importancia económica de la papa .....	12
2.1.2 Variedades de papa cultivadas en Ecuador .....	12
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA .....	12
2.3 MORFOLOGÍA DEL CULTIVO DE PAPA .....	13
2.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE PAPA .....	13
2.4.1 Etapa de emergencia .....	14
2.4.2 Desarrollo vegetativo .....	14
2.4.3 Inicio de tuberización .....	14
2.4.4 Floración y llenado del tubérculo .....	14
2.4.5 Maduración .....	15
2.5 PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA .....	15
2.6 <i>Bactericera cockerelli</i> Sûlc. ....	15
2.6.1 Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i> Sûlc. ....	15

2.6.2 Ciclo biológico de <i>Bactericera cockerelli</i> Sûlc.....	16
2.7 DAÑOS CAUSADOS POR <i>Bactericera cockerelli</i> Sûlc.....	20
2.7.1 Daños directos de <i>Bactericera cockerelli</i> Sûlc.....	20
2.7.2 Daños indirectos de <i>Bactericera cockerelli</i> S.....	21
2.8 SISTEMA DE MONITOREO.....	22
2.8.1 Sistema de monitoreo directo.....	22
2.8.2 Sistema de monitoreo indirecto.....	22
2.9 MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS.....	22
2.9.1 Control cultural.....	22
2.9.2 Control biológico.....	22
2.9.3 Control químico.....	24
2.9.4 Margen funcional.....	24
2.10 MARCO LEGAL.....	25
CAPÍTULO III.....	27
MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	27
3.2 MATERIALES.....	28
3.3.1 Factores en estudio.....	28
3.3.2 Diseño experimental.....	29
3.3.3 Características del experimento.....	30
3.3.4 Características de la unidad experimental.....	30
3.3.5 Análisis estadístico.....	30
3.3.6 Variables a evaluarse.....	31
3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	36
3.4.1 Establecimiento del cultivo.....	36
3.4.2 Manejo de los extractos.....	37
3.4.3 Manejo convencional.....	38
3.4.4 Manejo del cultivo.....	39
3.4.5 Monitoreo.....	39
3.4.6 Manejo de la red.....	40
3.4.7 Manejo de trampas.....	40
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42

4.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>B. cockerelli</i> S.....	42
4.1.1 Número de oviposturas de <i>B. cockerelli</i> S.....	42
4.1.2 Número de ninfas de <i>B. cockerelli</i> S. ....	43
4.1.3 Número de adultos de <i>B. cockerelli</i> S.....	45
4.2 INCIDENCIA DE PUNTA MORADA (PM) .....	46
4.3 ENTOMOFAUNA DEL CULTIVO DE PAPA .....	48
4.3.1 Entomofauna en trampa.....	48
4.3.2 Entomofauna de la red entomológica .....	56
4.4 ENTOMOFAUNA DEL MARGEN FUNCIONAL .....	60
4.5 INCIDENCIA DEL DAÑO DE PLAGAS.....	61
4.6 SEVERIDAD DEL DAÑO DE PLAGAS .....	62
4.7 RENDIMIENTO .....	64
4.8 ANÁLISIS DEL MANCHADO DEL TUBÉRCULO .....	66
4.9 EVALUACIÓN DE LA FRITURA DE PAPA.....	67
4.10 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	68
CAPÍTULO V.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
5.1 CONCLUSIONES.....	70
5.2 RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS .....	71
ANEXOS .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Fases fenológicas del cultivo de papa</i> .....	14
<b>Figura 2</b> <i>Ciclo biológico de B. cockerelli S.</i> .....	16
<b>Figura 3</b> <i>Primer estado ninfal de B. cockerelli S.</i> .....	17
<b>Figura 4</b> <i>Segundo instar de B. cockerelli S.</i> .....	18
<b>Figura 5</b> <i>Tercer instar de B. cockerelli S.</i> . .....	18
<b>Figura 6</b> <i>Cuarto instar de B. cockerelli S.</i> .....	18
<b>Figura 7</b> <i>Quinto instar de B. cockerelli S.</i> .....	19
<b>Figura 8</b> <i>Adulto B. cockerelli S.</i> .....	19
<b>Figura 9</b> <i>Adulto hembra de B. cockerelli S.</i> .....	20
<b>Figura 10</b> <i>Adulto macho de B. cockerelli S.</i> .....	20
<b>Figura 11</b> <i>Daños directos de B. cockerelli S. en plantas de papa</i> .....	21
<b>Figura 12</b> <i>Síntomas de punta morada en papa</i> .....	21
<b>Figura 13</b> <i>Ubicación geográfica del área de estudio</i> .....	27
<b>Figura 14</b> <i>Esquema del diseño en Bloques Completos al Azar en franjas</i> .....	29
<b>Figura 15</b> <i>Forma de monitoreo directo en S</i> .....	31
<b>Figura 16</b> <i>Sitios de muestreo en las plantas de papa</i> .....	31
<b>Figura 17</b> <i>Ovipostura de B. cokerelli S. encontradas en las plantas de papa</i> .....	32
<b>Figura 18</b> <i>Ninfas de B. cockerelli S. identificadas en hojas monitoreadas</i> .....	32
<b>Figura 19</b> <i>Adultos de B. cokerelli S. en trampas amarillas</i> .....	33
<b>Figura 20</b> <i>Síntomas de punta morada en plantas de papa</i> .....	33
<b>Figura 21</b> <i>Trampas adhesivas amarillas dentro del cultivo de papa</i> .....	34
<b>Figura 22</b> <i>Tubérculos con con daños y sanos</i> .....	35
<b>Figura 23</b> <i>Fritura de papa sanas y dañadas</i> .....	35
<b>Figura 24</b> <i>Plantas del margen funcional</i> .....	36
<b>Figura 25</b> <i>Pruebas de fitotoxicidad en plantas de papa</i> .....	37
<b>Figura 26</b> <i>Plantas de papa luego de la aplicación de caolín</i> .....	38
<b>Figura 27</b> <i>Monitoreo directo</i> .....	40
<b>Figura 28</b> <i>Paso de la red entomológica</i> .....	40
<b>Figura 29</b> <i>Trampas amarillas</i> .....	41
<b>Figura 30</b> <i>Número de oviposturas de B. cockerelli S</i> .....	42
<b>Figura 31</b> <i>Número de ninfas de B. cockerelli S.</i> .....	44
<b>Figura 32</b> <i>Número de adultos en trampa de B. cockerelli S.</i> .....	46
<b>Figura 33</b> <i>Incidencia de punta morada en papa</i> .....	47
<b>Figura 34</b> <i>Entomofauna del extracto de higuierilla</i> .....	49
<b>Figura 35</b> <i>Entomofauna en el lote de neem</i> .....	50
<b>Figura 36</b> <i>Entomofauna en el lote de ajo</i> .....	52
<b>Figura 37</b> <i>Entomofauna en el lote con caolín</i> .....	53
<b>Figura 38</b> <i>Entomofauna del manejo convencional</i> .....	54
<b>Figura 39</b> <i>Entomofauna en prefloración I</i> .....	57
<b>Figura 40</b> <i>Entomofauna en prefloración II</i> .....	58
<b>Figura 41</b> <i>Entomofauna en floración</i> .....	59

<b>Figura 42</b> Entomofauna capturada con la red entomológica en el margen funcional.....	61
<b>Figura 43</b> Incidencia del daño de plagas en el cultivo de papa .....	62
<b>Figura 44</b> Severidad de daños de plagas según la etapa fenológica.....	63
<b>Figura 45</b> Rendimiento del cultivo de papa por manejo y categoría en kg/ha.....	65
<b>Figura 46</b> Manchado del tubérculo .....	66
<b>Figura 47</b> Evaluación de la fritura de papa .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Caracterización del área de estudio.....	28
<b>Tabla 2</b> Materiales, equipos e insumos.....	28
<b>Tabla 3</b> Factor de estudio independiente.....	29
<b>Tabla 4</b> Características el área experimental .....	30
<b>Tabla 5</b> Características de la unidad experimental.....	30
<b>Tabla 6</b> ADEVA de un Diseño en Bloques Completo al Azar.....	31
<b>Tabla 7</b> Dosis de aplicación en el manejo convencional por hectárea .....	38
<b>Tabla 8</b> Control fitosanitario por hectarea en el cultivo de papa .....	39
<b>Tabla 9</b> ADEVA del número de adultos en trampa de <i>B. cockerelli</i> S. ....	45
<b>Tabla 10</b> ADEVA sobre la incidencia de punta morada en papa.....	47
<b>Tabla 11</b> ADEVA de la variable entomofauna en la red entomológica .....	56
<b>Tabla 12</b> ADEVA de la incidencia de daños de las plagas en el cultivo de papa .....	61
<b>Tabla 13</b> ADEVA de la severidad del ataque de plagas en el cultivo de papa.....	63
<b>Tabla 14</b> ADEVA del rendimiento del cultivo de papa.....	64
<b>Tabla 15</b> ADEVA sobre el manchado del tubérculo .....	66
<b>Tabla 16</b> ADEVA sobre la evaluación de la fritura.....	67
<b>Tabla 17</b> Análisis económico de la producción de papa por tratamiento .....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A</b> Costos de producción por hectárea del manejo convencional .....	82
<b>Anexo B</b> Costo de producción por hectárea del extracto de higuierilla .....	83
<b>Anexo C</b> Costo de producción por hectárea del ajo.....	84
<b>Anexo D</b> Costos de producción por hectárea del neem.....	85
<b>Anexo E</b> Costos de producción por hectárea del caolín .....	86

**EFFECTO DEL USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN LA DINÁMICA  
POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Sûlc EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.),  
COTACACHI, IMBABURA**

Mishel Sevilla

Correo: massevillaa@utn.edu.ec

**RESUMEN**

*Bactericera cockerelli* Sûlc. es una plaga que transmite la enfermedad de punta morada en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en donde su principal estrategia de control son los agroquímicos, reportando más de tres aplicaciones semanales. Por esta razón, la presente investigación busca evaluar el efecto de la aplicación de extractos vegetales en la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S., como una alternativa. La investigación se enfocó en aplicaciones de neem, ajo, caolín y extracto de higuierilla en comparación con el manejo convencional con agroquímicos. Para medir la efectividad de los extractos se realizó el conteo de ninfas y oviposturas cada ocho días a través de monitoreo directo en 20 plantas seleccionadas al azar, mientras que los adultos se contabilizaron en trampas amarillas. Los resultados indican que *B. cockerelli* S. se incrementa a partir de la etapa de floración, se encontró que la población de adultos en los extractos de neem e higuierilla son más bajos que el manejo convencional; sin embargo, huevos y ninfas se reducen a 2 en el manejo convencional, mientras que en los extractos se evidenció entre 7 y 12 huevos y de 15 a 21 ninfas. En cuanto al rendimiento, los mejores resultados se presentaron con el extracto de ajo, con un 2% más que el convencional. En conclusión, se sugiere que el uso de extractos vegetales podría ser un componente del programa de manejo integrado de plagas para reducir la población de *B. cockerelli* S.

**Palabras clave:** tubérculo, insecticidas botánicos, psílido, ninfas, punta morada

## ABSTRACT

*Bactericera cockerelli* Sûlc. is a pest that transmits the disease of purple tip in potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.), where it's main control strategy is agrochemicals, reporting more than three applications per week. For this reason, the present research seeks to evaluate the effect of the application of plant extracts on the population dynamics of *B. cockerelli* S., as an alternative. The research focused on applications of neem, garlic, kaolin, and higuierilla extract compared to conventional agrochemical management. To measure the effectiveness of the extracts, the nymphs and ovipostures were counted every eight days through direct monitoring in 20 randomly selected plants, while the adults were counted in yellow traps. The results indicate that *B. cockerelli* S. increases in from the flowering stage, it was found that the adult population in neem and higuierilla extracts are lower than conventional management; however, eggs and nymphs are reduced to 2 in conventional management, while extracts showed between 7 and 12 eggs and 15 to 21 nymphs. In terms of yield, the best results were presented with garlic extract, with 2% more than the conventional one. In conclusion, it is suggested that the use of plant extracts could be a component of the integrated pest management program to reduce the population of *B. cockerelli* S.

**Keywords:** tuber, botanical insecticides, psyllid, nymphs, purple tip.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo tradicional muy importante en Ecuador y Sudamérica, debido a que es una de las principales fuentes alimenticias y de ingresos económicos para grandes y pequeños agricultores (Domínguez, 2019). En nuestro país este tubérculo se siembra en terrenos irregulares con pendientes de 45% y altitudes de 2400 a 3800 m.s.n.m., en pisos interandinos, subandinos y subpáramos húmedos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

A nivel nacional se cosecharon alrededor de 19.7 mil ha de papa, dentro de las principales provincias productoras se encuentran en el Carchi (29.2%), Chimborazo (13.9%), Tungurahua (13.6%) y otras provincias con el 43.3%, siendo la región Sierra la de mayor índice de productividad (Márquez, 2021).

*Bactericera cockerelli* Sûlc. sé ha convertido en una plaga de importancia económica en los últimos años, esto se debe a que este insecto es vector de la enfermedad de punta morada (Córdoba, 2019), la cual provoca abultamientos de las yemas axiales de las hojas, disminución en el crecimiento, presencia de tubérculos aéreos, a su vez las hojas superiores se tornan moradas (Hernández, 2019), generando pérdidas de hasta el 100% en los últimos ciclos del cultivo (Cuestas et al., 2021).

Es por esta razón que para su control se buscan estrategias que permitan disminuir la infestación sin afectar al ambiente, a través del excesivo uso de productos químicos (Castillo, 2019), dentro de las que se encuentran el uso de hongos antagonistas, controladores biológicos, empleo de repelentes, trampas adhesivas, monitoreo constante, rotación de cultivos, uso de márgenes funcionales, insecticidas botánicos, etc. (Moreira y Castro, 2016).

Por lo tanto, la aplicación de extractos vegetales puede remplazar a los agroquímicos, ya que existen una variedad de plantas que por su ingrediente activo causan repelencia a las plagas (López et al., 2018). En el caso de *B. cockerelli* S. se han realizado aplicaciones de bioinsecticidas a base de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum* L.), cinamomo (*Melia azedarach* L.) y cerraja (*Gymnosperma glutinosum*

Spreng.Less.), de los cuales el neem disminuye el 75% de ninfas en el V instar y 85% de psílidos adultos, mientras que el rábano silvestre y cinamomo contrarrestan el 80% de las ninfas del IV instar, y la cerraja reduce en un 10% la eclosión de huevos (Granados, 2010).

Por otra parte, el extracto de ajo (*Allium sativum* L.) arrojó bajas poblaciones de *B. cockerelli* S. reportando 2.59 adultos por planta, esto se debe a la alina que este contiene, la cual genera que los adultos cambien su comportamiento alimenticio y dejen de reproducirse (Barrios et al., 2016).

En cuanto al caolín, se reporta que este reduce el número de adultos de *B. cockerelli* S. en un 35% en la primera semana de aplicación, aumentando hasta un 90% en las siguientes, demostrando que el uso de la película de caolinita genera que el adulto deje de alimentarse de la planta, evitando que este transmita el fitoplasma de punta morada (Butler et al., 2011).

Además, García et al. (2014) demuestran que las semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) decrecen la población adulta de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood.) significativamente por el contenido de ricina, la misma que tiene un alto nivel de toxicidad en esta especie.

Por último, la implementación de márgenes funcionales ha generado un aumento del 71% de enemigos naturales dentro de los cultivos, de los cuales destacan avispas parasitoides (Braconidae e Ichneumonidae), avispas depredadoras (Ichneumonidae), chinches asesinas (Reduviidae) y arañas (Aracneidae) (Mkenda et al., 2019).

## **1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

*Bactericera cockerelli* Sûlc. es una plaga que ha estado causando gran preocupación a los agricultores, debido a que el aparato bucal picador-chupador de los adultos llega hasta el floema de la hoja, transmitiendo el fitoplasma de punta morada cuando se alimenta (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019), haciendo que las células del parénquima clorofílico se deterioren, hasta que las hojas pierden su color característico y toman una coloración amarilla y senescente, lo que provoca que estas plantas empiecen a reducir su rendimiento (Viera et al., 2021) reduciendo hasta un 100% la producción (Cuestas et al., 2021).

Por consiguiente, este fitófago al ser un vector de fitoplasmas y de bacterias como *Candidatus liberibacter* y *Candidatus phytoplasma*, se vuelve difícil de contrarrestar

debido a que no existen productos sintéticos específicos para controlarlas (Viera et al., 2021), por ello se ha generado el uso irracional de agroquímicos, reportando más de tres aplicaciones semanales, lo que ha causado que tanto el insecto como la bacteria desarrollen alta tolerancia a las dosis convencionales (Castillo, 2019), además de generar un alto impacto en el ecosistema y la biodiversidad del cultivo, lo que obliga a los agricultores a buscar otras alternativas de control (Yanggen et al., 2003).

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en colaboración con el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), los cuales brindaron asesoría técnica para el desarrollo de la fase experimental, con el fin de analizar la eficacia del control de *B. cockerelli* S. mediante la introducción de márgenes funcionales y extractos vegetales a base de higuierilla, neem, ajo y caolín en la parroquia de Imantag.

Debido al alto índice de aplicaciones de productos sintéticos, se ha visto un alto deterioro de los suelos y la biodiversidad, por esta razón se buscan nuevas estrategias de control para proteger los cultivos, una de ellas es la agroecología, ya que implementa técnicas como el uso de extractos vegetales, con el fin de preservar el equilibrio del medio, sin dañar a los organismos benéficos ni el ambiente (Rodríguez-Palma et al., 2017).

Estos extractos son de bajo costo y de alta efectividad, debido a que se los realiza por infusiones o maceraciones para liberar los componentes activos de semillas y hojas, los cuales en diferentes concentraciones ayudan al control de la fauna insectil como: mosca común, mosca blanca, hormigas, gusanos, etc. (Olovancha, 2020).

Por lo tanto, como alternativa de control de la plaga *B. cockerelli* S. el extracto de ajo por su alto contenido de azufre, alcanza el 80% de huevos que no eclosionan, 90 y 96% de mortalidad de ninfas y adultos (Vargas, 2021). Por otro lado, el extracto de neem (*A. indica* A. J.) actúa como inhibidor del desarrollo de las ninfas, reduciendo la ecdisis hasta en un 50%, lo que ocasiona la muerte del psílido antes de completar su ciclo biológico (Villamil et al., 2012). En cuanto al caolín, al ser un repelente impide que el insecto se alimente de las hojas y no pueda ovopositar por la película que forma (Buchman et al., 2011).

En cambio, el extracto de higuierilla por su alto contenido de ricina disminuye en un 50% la población ninfal de mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.), a las 72, 96 y 120 h en plantas de

tomate (*Solanum lycopersicom*) (Guevara et al., 2015), por lo cual se pretende analizar el efecto de este extracto en la población de *B. cockerelli* S.

Otra alternativa es incentivar el aumento de los servicios ecosistémicos como: polinización, depredación y parasitismo mediante el uso de márgenes funcionales, ya que por medio de la implementación de plantas trampa, se puede albergar a varios tipos de taquínidos y especies como *Eucelatoria bryani* Sabrosky (70%), *Lespesia archippivora* Riley (11%) y *Archytas marmoratus* (9%) (Olso y Wäckers, 2007).

Por lo tanto, la finalidad de esta investigación es demostrar el índice de efectividad de los extractos vegetales en el control de *B. cockerelli* S., mediante un manejo integrado de plagas con la inclusión de márgenes funcionales y extractos que no causen toxicidad a la planta ni a los controladores biológicos, teniendo como propósito controlar al psílido y conseguir rendimientos favorables en el cultivo, con lo cual se incentiva a los agricultores del cantón Cotacachi a que empiecen a realizar una producción sustentable.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de extractos vegetales en la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* Sûlc en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los extractos acuosos en los estadios de *B. cockerelli* S. en el cultivo de papa.
- Analizar el efecto de los extractos en la entomofauna presente en el cultivo de papa.
- Comparar el rendimiento del cultivo de papa en los diferentes tratamientos.

## 1.5 HIPÓTESIS

- **H<sub>0</sub>**: Los extractos vegetales aplicados al cultivo de papa no inciden en la reducción de la dinámica poblacional de *B. cockerelli* Sûlc.
- **H<sub>a</sub>**: Al menos uno de los extractos vegetales tiene un efecto en la reducción de la dinámica poblacional de *B. cockerelli* Sûlc en sus diferentes estadios.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 GENERALIDADES DE LA PAPA**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta herbácea tuberosa de origen Sudamericano y domesticada en el altiplano andino hace unos 8000 años (Otiniano, 2017). En Ecuador la papa se desarrolla entre 2000 y 3600 m.s.n.m., con suelos francos bien drenados, en zonas templadas a frías de 6 °C a 18 °C y precipitación de 600 y 1200 mm (Pumisacho y Sherwood, 2002).

##### **2.1.1 Importancia económica de la papa**

En Ecuador la papa (*S. tuberosum* L.) es el tercer cultivo transitorio más importante de la Sierra (Mastrocola et al., 2016), reportándose 25924 hectáreas cultivadas en el 2020, lo que representa el 4.19% de la superficie total sembrada del país, centrándose su producción en las provincias del Carchi, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha y otras provincias de la Sierra (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2021).

##### **2.1.2 Variedades de papa cultivadas en Ecuador**

En el país las especies *Solanum andigena* Juz. & Bukasov y *Solanum phureja* Juz. & Bukasov son las más cultivadas, de las cuales se derivan alrededor de 570 variedades de papas, siendo 550 nativas y 20 mejoradas (Mastrocola et al., 2016)

Algunas de las variedades mejoradas son: INIAP-Gabriela, INIAP-Santa Catalina, INIAP-Fripapa y Superchola (Devaux et al., 2010), y dentro de las nativas se encuentran: chola, chiwila roja, uvilla, tushpa, coneja negra, yema de huevo, chaucha colorada, etc. (Monteros et al., 2010).

#### **2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA**

Según Montaldo (1984) la papa tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. tuberosum* L.

Nombre científico: *Solanum tuberosum* L.

### **2.3 MORFOLOGÍA DEL CULTIVO DE PAPA**

La papa es una planta dicotiledónea anual, potencialmente perenne por su capacidad reproductiva por tubérculos (Van Der Zaag, 1976), con un hábito de crecimiento rastrero o erecto; el follaje normalmente alcanza una altura de 0.60 a 1.50 m (Pumisacho y Sherwood, 2002).

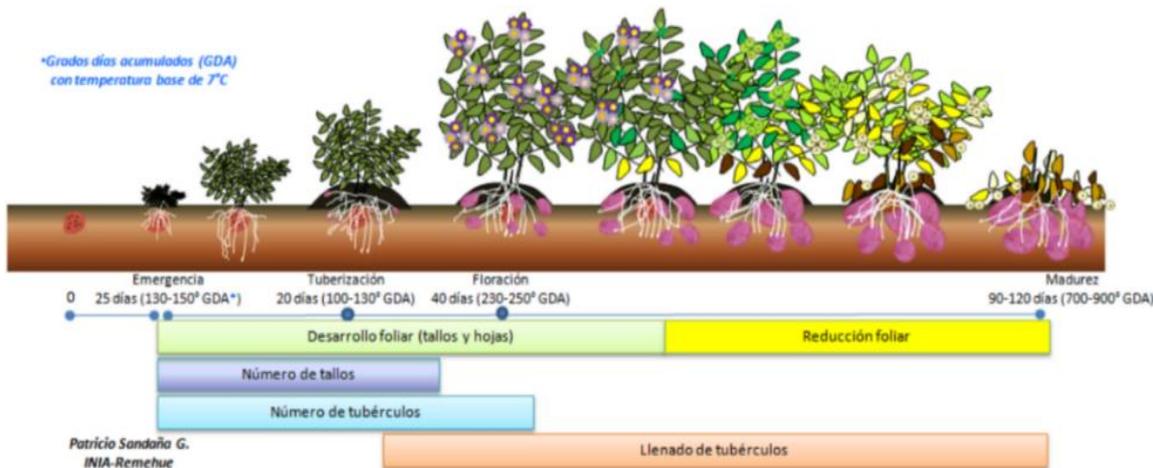
La planta de papa por su descripción botánica consta de una raíz axonomorfa con ramificaciones laterales, además va a presentar raíces adventicias en la base de cada brote conforme el tubérculo crezca (Instituto de Investigaciones Agraria [INIA], 2002). En cuanto a las hojas, son compuestas, imparipinadas con tricomas en el haz y envés, con una coloración verdosa y carecen de hojuelas entre los peciolo (Punina, 2013). En cambio, las flores son hermafroditas con inflorescencias cimosas y una corola semi-estrellada, dependiendo de la variedad pueden ser lilas o blancas (Vera et al., 2007). El fruto es una baya carnosa con lóculos, dentro de este se encuentran alrededor de 200 a 300 semillas sexuales (Pumisacho y Sherwood, 2002). Mientras que los tubérculos se caracterizan por ser tallos modificados de forma oblonga con pulpa amarillenta, y cuenta con un extremo basal ligado al estolón llamado talón (INIA, 2002).

### **2.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE PAPA**

La fenología del cultivo se divide en 5 etapas (figura 1), las cuales pueden variar en su duración en días por las condiciones agroclimáticas, el tipo de suelo, manejo y la variedad (Vignola et al., 2017).

**Figura 1**

*Fases fenológicas del cultivo de papa*



Fuente: Sandaña (2016)

### **2.4.1 Etapa de emergencia**

En este periodo el tubérculo rompe la dormancia y empieza a generar los primeros brotes, el rápido desarrollo dependerá del almacenamiento que tenga el tubérculo, la variedad, el estado de la semilla y las condiciones del suelo (Vignola et al., 2017).

### **2.4.2 Desarrollo vegetativo**

Esta etapa empieza luego de la fase de emergencia en donde la planta comienza el proceso fotosintético con la formación de hojas, ramas y tallos en la parte aérea, mientras que en la parte subterránea empiezan a crecer estolones (Avilés y Piedra, 2016).

### **2.4.3 Inicio de tuberización**

Empiezan a formar los primeros tubérculos al final de los estolones, en la parte aérea aumenta el crecimiento vegetativo y dependiendo de la variedad este periodo puede coincidir con la floración (Avilés y Piedra, 2016).

### **2.4.4 Floración y llenado del tubérculo**

Los tubérculos comienzan a ensancharse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos, además en esta fase se observa el comienzo de la floración en variedades tardías (Vignola et al., 2017).

### 2.4.5 Maduración

La planta comienza la fase de senescencia, debido a la disminución de la tasa fotosintética, los tubérculos maduran, y alcanzan un mayor contenido de materia seca, la piel ya no se desprende, en este periodo la papa está lista para la cosecha (Vignola et al., 2017).

## 2.5 PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA

Las plagas de mayor importancia económica que afectan al cultivo de papa son causadas por nematodos e insectos: gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache), polillas (*Symmetrischema tangolias* Gyeen, *Tecia solanivora* Povolný, *Phthorimaea operculella* Zeller), pulguilla (*Epitrix* spp.), Trips (*Frankliniella tuberosi* Pergande), Mosca minadora (*Liriomyza* spp.), Pulgones (*Myzus persicae* Sulzer, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas) y nematodo del quiste (*Globodera* spp.), además en los últimos años también se ha visto afectada por un insecto vector conocido como paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sûlc) (Montesdeoca et al., 2013).

### 2.6 *Bactericera cockerelli* Sûlc.

Este psílido se identificó en 1909 en Estados Unidos en el estado de Colorado, nombrándolo como *Trioza cockerelli* Sûlc., años después como *Paratrioza cockerelli* Šule. (Crawford, 1911), y recientemente se lo denominó como *Bactericera cockerelli* Sûlc. (Bruckhardt y Lauterer, 1997; Teulon et al., 2009). Este es un psílido de la familia Triozidae nativo de América del Norte (Lui y Trumble, 2007; Teulon, et al., 2009; Guédot et al., 2010) y se encuentra distribuido en el oeste de América del Norte, México, América Central y Nueva Zelanda (Davidson et al., 2008), con el paso de los años este fitófago pasó de ser una plaga secundaria a una primaria, debido a que, se encuentra asociado con *Candidatus liberibacter*, la cual es una bacteria que ataca al floema de las solanáceas (Bujanos y Ramos, 2015).

#### 2.6.1 Taxonomía de *Bactericera cockerelli* Sûlc.

De acuerdo con Bujanos y Ramos (2015) *B. cockerelli* S. fue descrito por primera vez por el profesor Cockerell en la Universidad de Colorado, y el insecto presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Triozidae

Género: *Bactericera*

Especie: *B. cockerelli*

Nombre científico: *Bactericera cockerelli* Sûlc

Comúnmente a este insecto se lo conoce como: psílido de la papa, pulgón saltador, salerillo (Ramírez et al., 2008).

### 2.6.2 Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli* Sûlc

El ciclo biológico de *B. cockerelli* S. consta de 3 estadios; huevo, ninfa (I, II, III, IV y V) y adulto (figura 2), en donde al insecto le toma alrededor de 15 a 30 días para en ser adulto (Ramírez et al., 2008), tomando en cuenta que las poblaciones aumentan exponencialmente en temperaturas de 16 a 21 °C (Chávez et al., 2018).

#### Figura 2

Ciclo biológico de *B. cockerelli* S.



Fuente: Cuestas et al. (2018)

### 2.6.2.1 Ovipostura

Las oviposturas tienen un tamaño aproximado de 0.42 por 0.21 mm (Ramírez et al., 2008), son ovoides de color amarillento y se encuentran suspendidas por un pequeño filamento blanquecino en el envés y en el contorno de la hoja, en ocasiones estos forman grupos de 5 a 10, en esta etapa permanecen entre 3 y 7 días antes de eclosionar, normalmente la hembra ovoposita alrededor de 500 huevecillos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [MAGAP], 2010).

### 2.6.2.2 Estadíos ninfales

Esta plaga se caracteriza por tener cinco instares, los cuales por periodos de tiempo van cambiando de apariencia, estos tienen antenas sencillas y un cuerpo cilíndrico con filamentos cerosos formando un halo en todo el cuerpo, esta etapa dura alrededor de 21 días (Córdoba, 2019).

- **Primer instar:** se desarrolla entre 1 y 6 días (Licona, 2009), la segmentación del cuerpo no está bien definido, tienen un color anaranjado con antenas segmentadas (figura 3), ojos natatorios rojizos, en el tórax se encuentran los paquetes alares poco visibles (Marín et al., 1995) y miden alrededor de 0.40 por 0.20 mm (Ramírez et al., 2008).

### Figura 3

*Primer estadio ninfal de B. cockerelli S.*

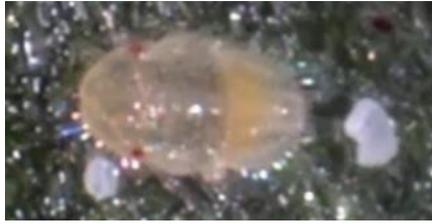


Fuente: Vega (2010)

- **Segundo instar:** tiene un tamaño aproximadamente de 0.50 por 0.30 mm (Ramírez et al., 2008), en esta fase se puede diferenciar la cabeza, tórax y abdomen, en donde la cabeza es amarillenta, está provista de antenas con setas sensoras (figura 4), tórax verde-amarillento, y las patas se encuentran segmentadas (Marín et al., 1995). Esta etapa dura entre 1 y 2 días (Licona, 2009).

#### **Figura 4**

*Segundo instar de B. cockerelli S.*



Fuente: Vega (2010)

- **Tercer instar:** la cabeza y abdomen son amarillentos (figura 5), en el tórax se diferencian los paquetes alares en el metatórax y mesotórax, los ojos son rojos (Marín et al., 1995), esta fase varia de 2 a 3 días (Licona, 2009) y tienen un tamaño de 0.72 por 0.52 mm (Ramírez et al., 2008).

#### **Figura 5**

*Tercer instar de B. cockerelli S.*



- **Cuarto instar:** tienen un tamaño de 1.0 por 0.75 mm (Ramírez et al., 2008), este período dura alrededor de 3 a 4 días (Licona, 2009), tienen los paquetes alares bien definidos, el abdomen presenta espiráculos (figura 6) y patas bien segmentadas (Marín et al., 1995).

#### **Figura 6**

*Cuarto instar de B. cockerelli S.*



- **Quinto instar:** dura de 3 a 4 días (Licona, 2009) y tienen un tamaño de 1.53 por 1.03 mm (Ramírez et al., 2008), el abdomen y cabeza son de coloración verdosa, ojos rojo oscuro (figura 7), paquetes alares bien definidos las antenas se encuentran bien seccionadas y el abdomen se encuentra provisto de un par de espiráculos (Marín et al., 1995).

**Figura 7**

*Quinto instar de B. cockerelli S.*



**2.6.2.3 Adulto**

El adulto tiene un tamaño promedio de 1.58 por 0.66 mm (Ramírez et al., 2008), el cual al emerger es inactivo con alas blanquecinas, las mismas que con el pasar de las horas toman una apariencia transparente (figura 8), las antenas son filiformes, el tórax es blanco amarillento con manchas cafés o negras, para alcanzar este estadio se tardan entre 25 a 33 días en temperaturas de 26-27 °C y 60-70% de humedad, además se caracteriza por tener una supervivencia de 40.6% (Abdullah, 2008).

**Figura 8**

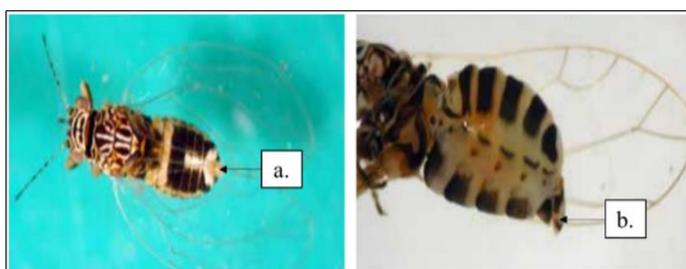
*Adulto B. cockerelli S.*



- **Hembra:** se caracteriza por tener una macha al final del dorso en forma de Y (figura 9), el abdomen está dividido por 5 segmentos genitales (Bujanos y Ramos, 2015). La hembra vive 60 días y ovoposita entre 500 a 1500 veces (Cuestas et al., 2018).

## Figura 9

Adulto hembra de *B. cockerelli* S.



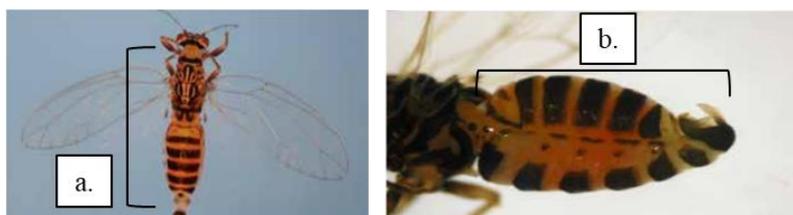
Nota: a. Vista dorsal con mancha en forma de Y; b. Abdomen con cinco segmentos y genital cónico.

Fuente: Marín (2015)

- **Macho:** Sus genitales tienen forma de pinza con seis segmentaciones visibles (figura 10) vista desde la parte dorsal, este vive alrededor de 20 días (Bujanos y Ramos, 2015).

## Figura 10

Adulto macho de *B. cockerelli* S.



Nota: a. Vista frontal; b. Abdomen con seis segmentos y genital en forma de pinza.

Fuente: Marín (2015)

### 2.7 DAÑOS CAUSADOS POR *Bactericera cockerelli* Sûlc.

*B. cockerelli* S. es un insecto vector que transmite la enfermedad de la punta morada ocasionando cuantiosas pérdidas en las cosechas de los cultivos hospedantes, debido a que esta causa daños directos e indirectos en la planta, los cuales son provocados por el adulto y las ninfas en el tercer instar ninfal al inyectar toxinas cuando estas se alimentan de la hoja (López, 2017).

#### 2.7.1 Daños directos de *Bactericera cockerelli* Sûlc.

Las ninfas son las causantes de los daños directos debido a la inyección de toxinas cuando estas se alimentan de las hojas, provocando que la planta se amarille (figura 11), no crezca,

hojas cloróticas, deformaciones basales de hojas, manchado del tubérculo, senescencia prematura, muerte de la planta y reducción del rendimiento (Butler y Trumble, 2012)

### Figura 11

*Daños directos de B. cockerelli S. en plantas de papa*

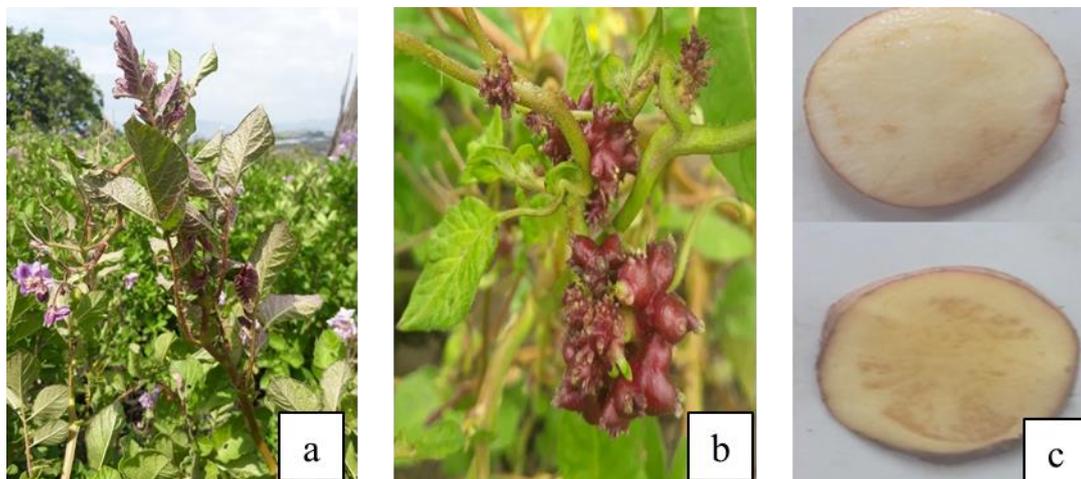


#### 2.7.2 Daños indirectos de *Bactericera cockerelli* S.

Los daños indirectos son provocados por el adulto, al transmisor el fitoplasma causante de la enfermedad de la punta morada, la misma que se la relaciona con la bacteria GRAM negativa *Candidatus liberibacter* (Delgado et al., 2019), la cual causa achaparramiento de la planta, abultamientos en los nudos de los tallos, las hojas superiores toman una coloración morada (figura 12), enrollamiento de hojas, presencia de tubérculos aéreos y manchado del tubérculo (Rubio et al., 2011).

### Figura 12

*Síntomas de punta morada en papa*



*Nota:* a. Hojas moradas y enrolladas, b. Tubérculos aéreos, c. Manchado del tubérculo

## **2.8 SISTEMA DE MONITOREO**

Para el control de la plaga se debe focalizar en realizar monitoreos continuos directos e indirectos, dentro del cultivo para prevenir la infestación de las plagas (Cuestas et al., 2018).

### **2.8.1 Sistema de monitoreo directo**

Para el sistema de monitoreo directo se observa las hojas para controlar la dinámica poblacional de huevos y ninfas desde la parte apical hasta la basal del follaje, para ello se deben seleccionar plantas del centro y borde del cultivo (Cuestas et al., 2018).

### **2.8.2 Sistema de monitoreo indirecto**

Se coloca al menos cinco trampas amarillas por hectárea a lo largo del cultivo para detectar al psílido adulto, estas deben estar distribuidas en los extremos y en el centro, además es necesario cambiarlas dos o tres veces por semana (Cuestas et al., 2021).

## **2.9 MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS**

El manejo agroecológico se enfoca en evitar la diseminación de la plaga bajo un modelo de desarrollo endógeno dando prioridad a las prácticas agronómicas del agricultor (Vásquez y Fernández, 2007). Este tipo de manejo se centra en la preparación del suelo, selección de semilla, evitar el uso desmedido de productos químicos para el control de plagas y enfermedades mediante su remplazo por controles biológicos, enemigos naturales, hongos entomopatógenos, bioles, extractos naturales como insecticida y la implementación de trampas (García et al., 2015).

### **2.9.1 Control cultural**

Este tipo de control consiste en crear condiciones hostiles para el desarrollo de la plaga, pero propicias para el desarrollo del cultivo, para ello se debe realizar una previa preparación del suelo, rotación entre cultivos (Jiménez, 2009), deshierbe de plantas hospederas, retirar residuos de la cosecha para evitar migración del insecto y dejar periodos de descanso al suelo (Cuestas et al., 2018).

### **2.9.2 Control biológico**

El uso de insumos biológicos busca mantener un equilibrio en el cultivo evitando la proliferación excesiva de la plaga, para ello se emplean diferentes insumos como

insecticidas botánicos (*Chenopodium ambrosioides* L., *Azaridactina* sp., *Argemone* sp., etc.), hongos entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae* Mestchnikoff y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill) y depredadores como *Chrysoperla* sp., *Geocoris* sp. e *Hippodamia convergens* Guerin y Meneville (Bujanos y Ramos, 2015).

#### 2.9.2.1 Extractos vegetales

Existen alrededor de 3000 compuestos vegetales identificados por la cantidad de metabolitos secundarios que estos poseen dentro de las hojas, flores y semillas, los mismos que al ser procesados permiten que la planta desarrolle defensas en contra de agentes extraños evitando que las plagas se alimenten y ovopositen en las hojas, además este tipo de insecticidas son de bajo costo, no generan toxicidad, ni residualidad en la planta en comparación con los productos sintéticos (Celis et al., 2009).

Para la elaboración de este tipo de extractos existen diversos métodos como la extracción del líquido de las flores mediante disoluciones, la infusión de las partes tiernas de las hojas y flores, la cocción de raíces y semillas, fermentos con plantas o restos vegetales en purín y macerados de semillas y plantas secas o frescas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2010).

##### – **Extracto de higuera** (*Ricinus communis* L.)

Para la obtención del extracto de higuera se realiza maceración de hojas o semilla en agua y se hace aplicaciones de 15% de extracto (Escoto et al., 2016). Este extracto ha arrojado alta efectividad por su contenido de ricina, ricinina, lipasa, ricinoleína, proteínas, esearina, quimasa, etc., los cuales al extraerlos (Chiej, 1990) tienen efectos tóxicos en la fauna insectil a los cuales les impide seguir proliferándose, disminuyendo poblaciones de plagas de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera (Crisanto y Ayquipa, 2013)

##### – **Extracto de neem** (*Azadirachta indica* A. Juss)

El neem contiene azadiractina, salannina, melantriol y nimbina, los mismo que ataca al sistema hormonal y actúa como repelente de las plagas (Saxena, 1996), pero la azadiractina al ser un terpenoide genera alta toxicidad en las plagas provocando que la supervivencia y viabilidad de ninfas disminuya y el insecto deje de alimentarse, este

extracto se lo obtienen mediante extracción simple, extracción metanólica y/o acuosa (Esparza et al., 2010)

– **Extracto de ajo** (*Allium sativum* L.)

Este extracto se caracteriza por ser un repelente sistémico de alto espectro rico en azufre, en donde su principal ingrediente activo es la alina y la misma que al ser liberada genera la enzima alinasa y alicina, componentes que producen el olor característico del ajo, el cual ayuda ahuyentar a las plagas (Bordones et al., 2018), este extracto ayuda en el control de minadores, chupadores, barrenadores y masticadores, el extracto al aplicar en cualquier cultivo no cambia el olor ni sabor del fruto (Barreto, 2018).

– **Caolín**

Caolín es una caolinita mineral de silicato de aluminio hidratado  $[Al_4Si_4O_{10}(OH)_8]$  obtenido por alteración hidrotermal y meteórica (Maresch y Medenbach, 1990), el mismo que actúa como barrera física cubriendo a la planta con una capa blanquecina impidiendo que la plaga reconozca al huésped, impide el movimiento y la ovoposición en la planta (Díaz et al., 2002).

### **2.9.3 Control químico**

Para evitar que la plaga genere resistencia es indispensable realizar rotaciones de los productos dependiendo del grupo químico y modo de acción, tomando en cuenta la etapa en la que se encuentre el cultivo de la siguiente forma: en la etapa de emergencia se usan neonicotinoides, en floración carbamatos y sulfoxinaminas, tuberización diafentiuron y pirazol y en maduración análogos de nereistoxinas (Cuestas et al., 2018).

### **2.9.4 Margen funcional**

La regulación natural de plagas por artrópodos, sirfidos, taquínidos, carábidos y arácnidos puede verse beneficiada mediante la gestión de hábitats de desarrollo dentro y fuera del cultivo, esta vegetación cultivada permite mejorar significativamente el ecosistema, debido a que estas actúan como plantas centinela para atraer taxones de enemigos naturales los cuales convivirán con el cultivo principal y actuarán como controlador biológico, además es fundamental la presencia de enemigos naturales para mantener las poblaciones de plagas por debajo de los umbrales económicamente dañinos (Mkenda et al., 2019).

La vegetación de los márgenes funcionales mejora la supresión de plagas y tiene la cualidad de convertirse en barrera del cultivo, atrayentes de polinizadores y depredadores, debido a que proporcionaran refugios, sitios de anidación y forraje (Elisante et al., 2019). Por estas razones es importante la selección de plantas acompañantes que generen recursos florales para que los enemigos naturales tengan variedad de alimento, y así aumentar la población de biocontroladores, ya que las plagas al detectar enemigos alteran su comportamiento para evitar el peligro provocando que dejen de comer y reproducirse (Gurr et al., 2016).

Por ello el margen funcional actúa como cultivo trampa "push-pull" en donde las plantas seleccionadas son atractivas para algunos artrópodos en las cuales sus crías no sobreviven (González-Chang et al., 2019). Cabe recalcar que los insectos que actúan como enemigos naturales brindan servicios ecosistémicos al cultivo principal, ya que proporcionan biodiversidad, polinización, control de plagas, descomposición de materia orgánica, depredación y parasitismo (Mascaró, 2016).

## **2.10 MARCO LEGAL**

Esta investigación se encuentra fundamentada por el Capítulo II de la sección segunda, Art. 14 de la Constitución del Ecuador quien promueve un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, tomando en cuenta los principios de sustentabilidad y buen vivir como base de acción, esto se lo realiza con el fin de conservar el ecosistema y la biodiversidad, respetando la integridad de la naturaleza mediante el mantenimiento y regeneración de los ciclos evolutivos, como lo establece el Capítulo VII de los Derechos de la Naturaleza (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008).

En tanto, dentro de la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas de papa, en el Capítulo V del manejo del cultivo, Art. 14 establece que para el manejo integrado de plagas es indispensable la detección oportuna de las mismas, para instaurar un tratamiento libre de productos sintéticos, además, es recomendable el uso de semilla certificada, para evitar que éstas sean fuente de inóculo de enfermedades de importancia económica (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD], 2013).

Finalmente, mediante este proyecto se busca conseguir el aumento de territorios con baja prevalencia de *B. cockerelli* S., tomando como eje principal el Capítulo II, Art 28 de la Ley Orgánica Sanitaria en la que se establece que, para poder certificar un área libre de plagas

o de baja prevalencia, es necesario que se determinen bajas incidencias de las mismas, a manos de Agencias de control, quienes están en la obligación de realizar supervisiones por medio de criterios técnicos eficaces (Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, 2017).

# CAPÍTULO III

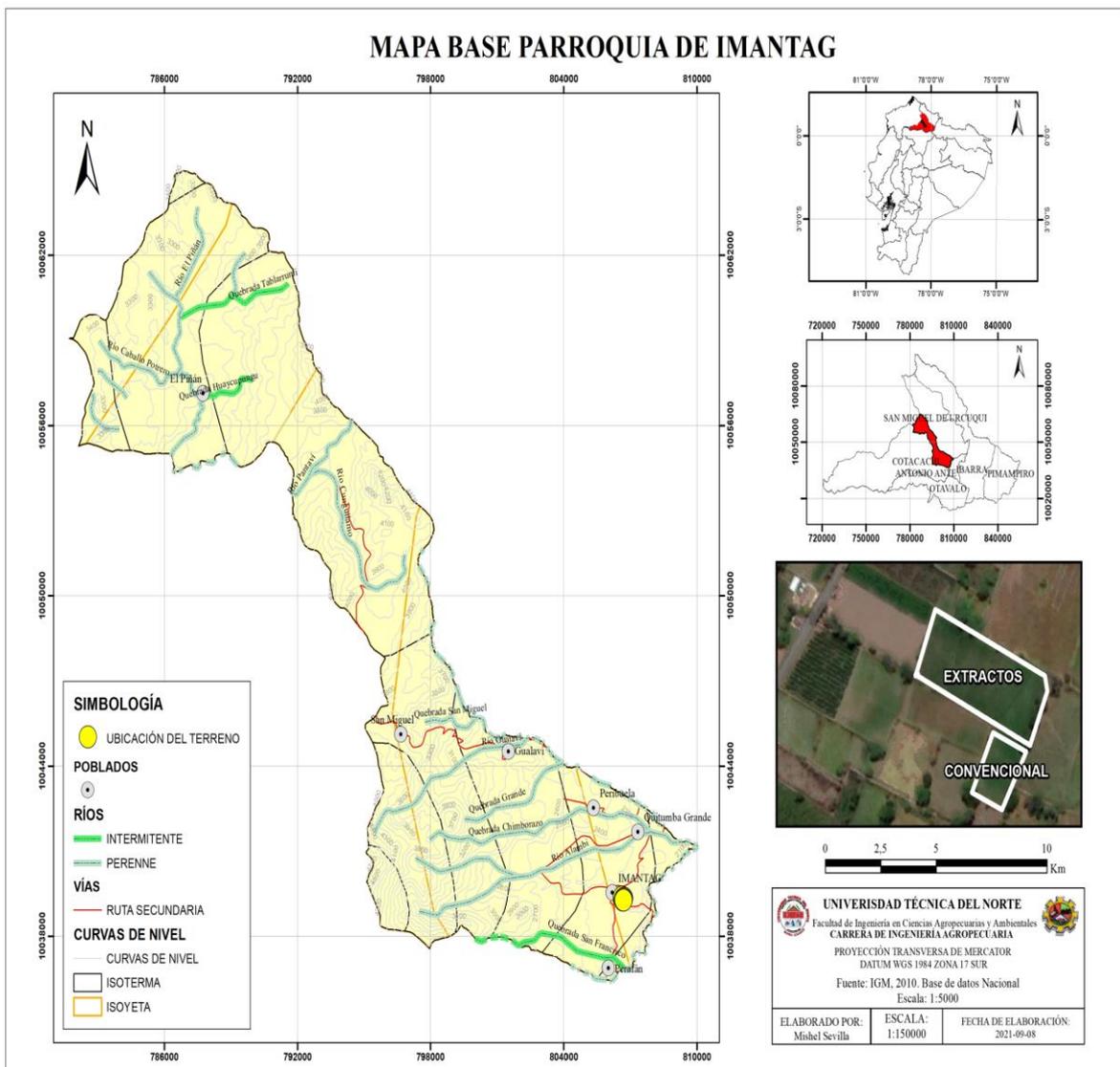
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El siguiente estudio se ejecutó en la provincia de Imbabura, al norte del cantón Cotacachi en la parroquia de Imantag. Esta parroquia se caracteriza por tener una amplia extensión de suelo dedicada a la agricultura, debido a que cuenta con las condiciones edafoclimáticas (tabla 1) necesarias para el desarrollo de diferentes cultivos. A continuación, se presenta la ubicación y características del área de estudio (figura 13).

**Figura 13**

*Ubicación geográfica del área de estudio*



**Tabla 1***Caracterización del área de estudio*

<b>Ubicación del área de estudio</b>	<b>Descripción</b>
Provincia	Imbabura
Catón	Cotacachi
Parroquia	Imantag
Altitud	2416 m s.n.m.
Longitud	078°14.699' O
Latitud	00°21.313' N
Temperatura	4-16 °C
Precipitación media anual	500-1500 mm

### 3.2 MATERIALES

Los materiales, insumos y equipos utilizados para el desarrollo de esta investigación se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2***Materiales, equipos e insumos*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Software</b>
Cuaderno de campo	Computadora	Extracto de neem	InfoStat
Trampas amarillas	Estereoscopio	Extracto de higuierilla	Excel
Plástico film	Celular	Extracto de ajo	Word
Red entomológica	Lupa	Caolín	ArcMap 10.8
Frascos			

### 3.3 MÉTODOS

La presente investigación es un estudio experimental, que tiene como finalidad evaluar la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S. en el cultivo de papa, a través de la aplicación de cuatro productos, los mismos que son descritos más adelante. Para la evaluación se realizó monitoreos directos e indirectos semanalmente, los cuales se llevaron a cabo con la asesoría y apoyo técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Centro Internacional de la Papa (CIP).

#### 3.3.1 Factores en estudio

La variable independiente se encuentra dada por el tipo de producto (tabla 3) aplicado en las unidades experimentales para el control de *B. cockerelli* S. en el cultivo de papa.

**Tabla 3**

*Factor de estudio independiente*

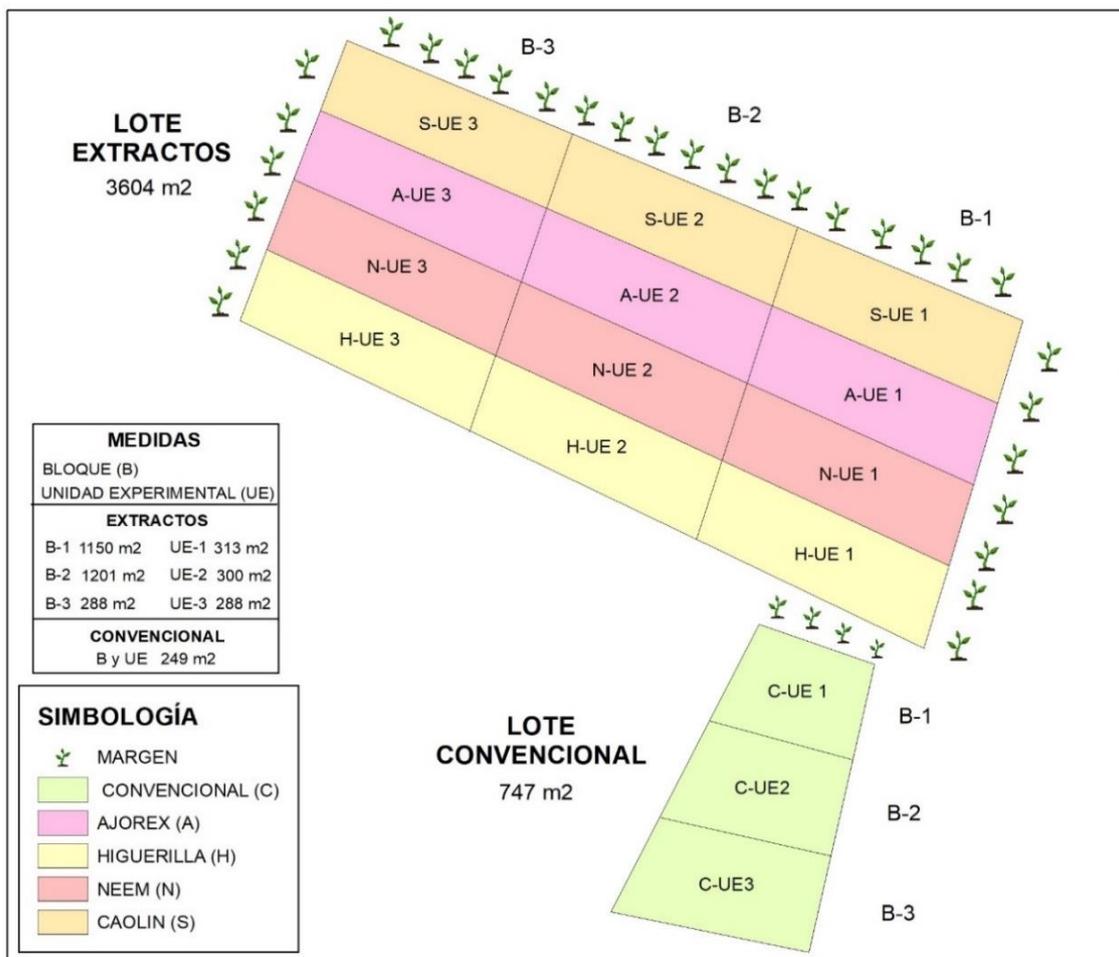
Niveles	Tipo de Extracto
N1	Convencional
N2	Higuerilla
N3	Neem
N4	Ajo
N5	Caolín

### 3.3.2 Diseño experimental

Para evaluar la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S., se implementó un Diseño de Bloques Completamente al Azar en Franjas (figura 14), para lo cual el terreno se diferenció en dos lotes, en donde el lote 1 tuvo una extensión de 3604 m<sup>2</sup> y el lote dos 747 m<sup>2</sup>.

**Figura 14**

*Esquema del diseño en Bloques Completos al Azar en franjas*



### 3.3.3 Características del experimento

El área total del experimento fue de 4350 m<sup>2</sup>, el cual se dividió en cuatro franjas, dentro de ellas en 3 unidades experimentales, dando un total de 15 unidades como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Características el área experimental*

Datos	Características
Bloques	3
Tipos de manejo	5
Unidades experimentales	15
Área total del experimento	4350 m <sup>2</sup>
Ancho de caminos	0.50 m
Margen funcional	0.50 m
Número total de plantas	2600

### 3.3.4 Características de la unidad experimental

Las unidades experimentales tenían una extensión de 313 m<sup>2</sup> en el bloque uno, 300 m<sup>2</sup> en el bloque dos y 288 m<sup>2</sup> en el bloque tres, dando un total de 15 unidades experimentales (tabla 5), de las cuales se seleccionó 20 plantas por unidad para los monitoreos.

**Tabla 5**

*Características de la unidad experimental*

Datos	Medidas
Distancia de siembra entre planta y planta	0.6 m
Distancia de siembra entre hilera	1 m
Distancia el margen funcional y el cultivo	0.50 m
Ancho del margen funcional	0.50 m
Número de surcos de las unidades del bloque 1	26
Número de surcos de las unidades del bloque 2	22
Número de surcos de las unidades del bloque 3	22

### 3.3.5 Análisis estadístico

En el análisis estadístico se tomó en cuenta la tabla de ADEVA (tabla 6), para un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Además, los datos obtenidos en la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S. y en el rendimiento del cultivo, se utilizó el análisis de varianza con pruebas de medias LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ), en las variables que cumplen con los

supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, en cuanto a los datos no paramétricos se realizó el test de Friedman.

**Tabla 6**

*ADEVA de un Diseño en Bloques Completo al Azar*

Fuentes de Variación	GL	
Bloques	(TxR)-1	2
Tipo de manejo	(T-1)	2
Error experimental	(T-1)(R-1)	4
Total		8

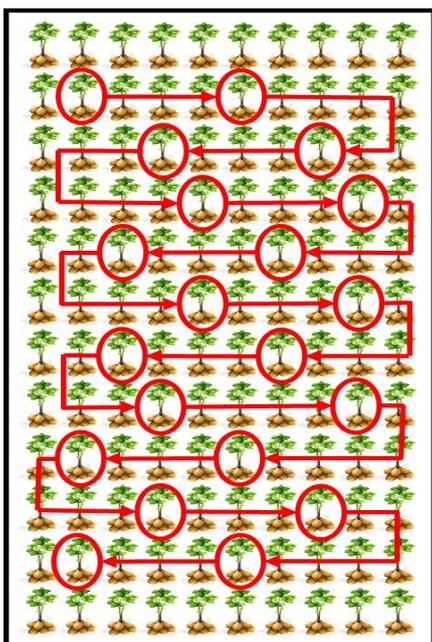
### 3.3.6 Variables a evaluarse

En el siguiente apartado se describirán las variables que fueron evaluadas sobre las unidades experimentales, para lo cual en las variables número de ovipostura, ninfa, adultos y daño de la hoja se utilizó la metodología de Puma (2021) en su investigación, en donde se seleccionó 20 plantas al azar, con una trayectoria en forma de S (figura 15), de quienes se tomó indistintamente tres hojas de su parte alta, media y baja (figura 16).

El intervalo de monitoreo fue cada ocho días, tomando en cuenta las etapas de desarrollo (44 y 51 dds), prefloración (58 y 68 dds), floración (75, 82, 89 y 96 dds) y tuberización (103, 110, 117 y 124 dds).

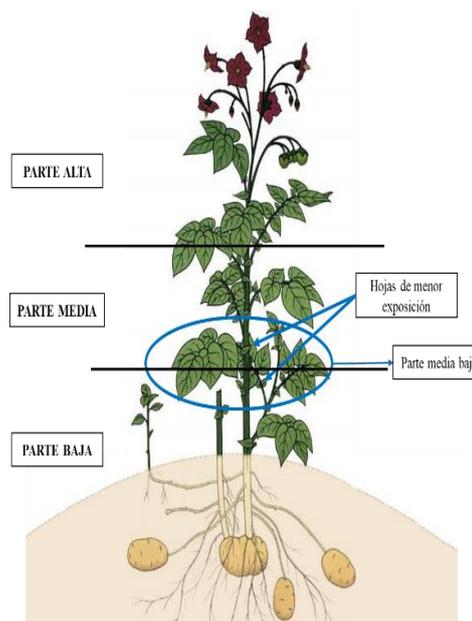
**Figura 15**

*Forma de monitoreo directo en S*



**Figura 16**

*Sitios de muestreo en las plantas de papa*



Fuente: FAO (2008)

### 3.3.6.1 Número de ovipostura

Para evaluar las oviposturas se realizó un monitoreo directo semanal, desde la etapa de desarrollo hasta la etapa de tuberización, para ello se realizó un conteo minucioso durante 5 min en el haz y envés de las hojas (figura 17).

#### **Figura 17**

*Ovipostura de B. cockerelli S. encontradas en las plantas de papa*



### 3.3.6.2 Número de ninfas

En el número de ninfas (figura 18) se utilizó la misma metodología empleada durante la observación del número de oviposturas, contabilizándose todos los especímenes encontrados en las hojas tanto en el haz como el envés, independientemente del instar en el que se encontraban.

#### **Figura 18**

*Ninfas de B. cockerelli S. identificadas en hojas monitoreadas*



### 3.3.6.3 Número de adultos

Para determinar el número de adultos se llevó a cabo un monitoreo indirecto, cuantificándose a los insectos dentro de las trampas adhesivas amarillas (figura 19), las que fueron situadas en medio de cada unidad experimental e intercambiadas cada ocho días.

#### Figura 19

*Adultos de B. cokerelli S. en trampas amarillas*



### 3.3.6.4 Síntomas de punta morada

En el caso de la variable síntomas de punta morada (figura 20), se tomó por semana 20 plantas al azar siguiendo una trayectoria en forma de S en cada manejo, donde se analizó si estas presentaban síntomas como: enanismo, tubérculos aéreos, senescencia temprana de hojas, yemas ensanchadas, hojas moradas y enrolladas.

#### Figura 20

*Síntomas de punta morada en plantas de papa*



*Nota:* a. Hojas moradas, b. Yemas ensanchadas, c. Hojas enrolladas, d. Tubérculos aéreos

### 3.3.6.5 Entomofauna

Con el fin de identificar la entomofauna fluctuante dentro del cultivo se ejecutaron monitoreos indirectos en trampa (figura 21), cada insecto fue identificado según su orden por medio del estereoscopio, a su vez se realizó un monitoreo directo con el paso de la red entomológica, la misma que sirvió como receptáculo y medio de identificación. El paso de la red se realizó cuando el cultivo alcanzó el 25, 50 y 100% de floración, en cuanto a las trampas, se evaluó cada semana desde la fase de desarrollo hasta tuberización.

#### **Figura 21**

*Trampas adhesivas amarillas dentro del cultivo de papa*



### 3.3.6.6 Daño de la hoja

Con el objetivo de identificar la incidencia y severidad del ataque de plagas hacia el cultivo, se llevó a cabo un monitoreo directo, en el que se realizó una diferenciación entre presencia y ausencia de daño en las hojas, análisis que se ejecutó desde la etapa de desarrollo hasta la tuberización.

### 3.3.6.7 Rendimiento

En cuanto a la evaluación del rendimiento, se llevó a cabo una categorización de los tubérculos clasificándolos en primera (mayores a 80 g), segunda (entre 40-80 g) y tercera (menor a 40 g) como lo establece Yuen y Forbes (2009). Cada una de las categorías fue pesada y ponderada a kg/ha.

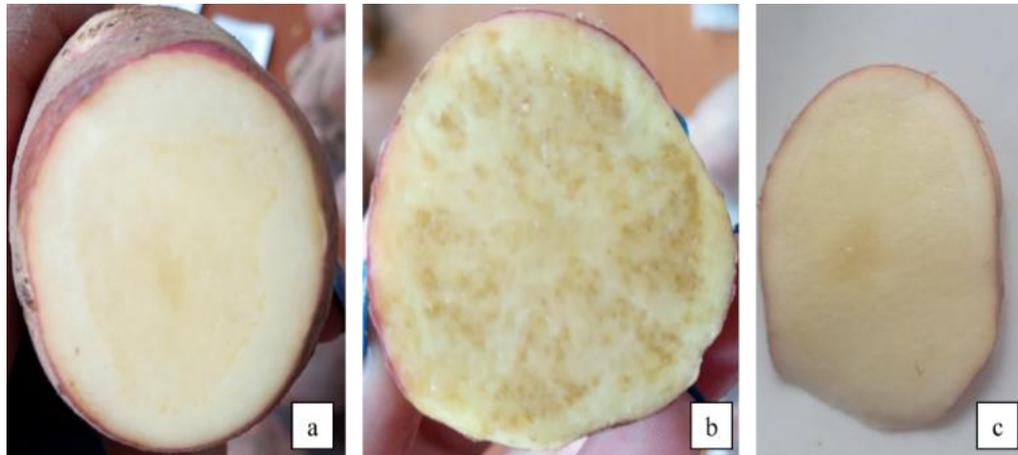
### 3.3.6.8 Daño del tubérculo

En relación con el daño del tubérculo se identificó si este se encontraba dañado o si se encontraba sano (figura 22), para lo cual se realizó un análisis de cinco papas de primera,

cinco de segunda y cinco de tercera por cada manejo, las mismas que fueron cortadas en rodajas delgadas para luego clasificarlas según el tipo de afección.

**Figura 22**

*Tubérculos con daños y sanos*



*Nota:* a. y b. Tubérculo con dañados, c. Tubérculo sano

**3.3.6.9 Fritura**

Referente a la evaluación de la variable fritura se realizaron rodajas de 1.5 mm de grosor, luego se procedió a freír durante 10 minutos en una freidora doméstica, una vez fritas se clasificó en rodajas afectadas y sanas (figura 23).

**Figura 23**

*Fritura de papa sanas y dañadas*



### 3.3.6.10 Análisis económico

El análisis económico consistió en el cálculo de los ingresos menos los egresos. Los ingresos representan la venta de los tubérculos en sus diferentes categorías, y los egresos el gasto en la producción del producto, esto con el fin de determinar el beneficio costo que se obtuvo por cada manejo.

## 3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se implementó el cultivo de papa en la parroquia de Imantag para la evaluación de la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S., la cual fue dependiente del manejo que se aplicó en los lotes, en donde se realizaron las siguientes actividades:

### 3.4.1 Establecimiento del cultivo

El lote en donde se implementó el cultivo pertenecía a un pequeño productor de la zona, en el cual se realizó una previa preparación del suelo, mediante el paso de arado con tractor antes de la siembra durante media hora, luego se elaboró surcos de 1 m de distancia con una yunta de caballo entre hilera y de 0.60 m entre planta, durante la siembra se aplicó el primer abonado a base de macro y microelementos.

En cuanto al margen funcional (figura 24) se sembró alrededor del cultivo a una distancia de 0.5 m plantas de romerillo (*Bidens bipinnata* L.), eneldo (*Anethum graveolens* L.) nabo silvestre (*Brassica rapa* L.) y rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum* L.).

### Figura 24

*Plantas del margen funcional*



Nota: a. romerillo, b. eneldo, c. nabo silvestre, d. rábano silvestre

### 3.4.2 Manejo de los extractos

#### 3.4.2.1 Extracto de higuera (*Ricinus communis* L.)

Para la elaboración de la solución madre del extracto de higuera, se recolectó los frutos secos, y se dejó al sol para generar que las envolturas se abran para obtener la semilla, la misma que se maceró 1 kg y se colocó en 20 l de agua, luego se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 24 h, una vez transcurrido este tiempo se aplicó foliar cada 15 días.

Además, para evitar reacciones fitotóxicas en las plantas se realizaron pruebas en la etapa de emergencia, para lo cual se hizo aplicaciones durante tres días consecutivos a cinco plantas, en dosis de 100-50-25 ml/l (figura 25), al siguiente día se valoró el estado de la planta, en donde se determinó que la dosis óptima fue 100 ml/l.

#### Figura 25

*Pruebas de fitotoxicidad en plantas de papa*



#### 3.4.2.2 Extracto de ajo (*Allium sativa* L.)

El ajo es un extracto que actúa como insecticida sistémico y repelente, debido a que contiene 28% de ajo (alina, alicina, cicloide de alitina, disulfato de dialil), 4.8% de fósforo y 1.6% de potasio, este al ser aplicado es absorbido por las hojas generando que la planta genere defensas cambiando el sabor de la sabia y olor su característico evitando que los insectos se alimenten de ella (Mejía, 2020). La aplicación fue foliar de 1.5 ml/l cada ocho días.

#### 3.4.2.3 Extracto de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.)

El extracto de neem es un insecticida sistémico el cual actúa como repelente sobre los psílidos adultos, ya que contiene 4 g/l de azadiractina, la misma que ayuda a interrumpir la

metamorfosis (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], 2021). Este producto es líquido y se aplicó de manera foliar cada ocho días en dosis de 1.5 ml/l.

#### 3.4.2.4 Caolín

Este producto contiene 95% de caolín, el cual actúa como protector de cultivos, ya que forma una película blanquecina (figura 26) en la superficie de las hojas, haciendo que las plantas se tornen imperceptibles para las plagas y no puedan alimentarse (NovaSource, 2017). El modo de fumigación fue foliar con dosis de 50 g/l cada 15 días.

#### Figura 26

*Plantas de papa luego de la aplicación de caolín*



#### 3.4.3 Manejo convencional

En el manejo convencional se realizó la aplicación de insecticidas para el control de *B. cockerelli* S., los mismos que se aplicaron en forma foliar, rotando los agroquímicos según su ingrediente activo para evitar que la plaga genere resistencia (tabla 7).

#### Tabla 7

*Dosis de aplicación en el manejo convencional por hectárea*

Ingrediente activo	Dosis
Acephate	0.5 kg/ha
Hexythiazox	40 g/ha
Lambdacihalotrina y thiamethoxam	250 ml/ha
Sulfoxaflor	400 ml/ha
Thiacloprid y spirotetramat	100 ml/ha
Fipronil	4000 ml/ha

#### 3.4.4 Manejo del cultivo

- **Deshierba y medio aporque:** esta actividad se realizó a los 45 días después de la siembra, y consistió en apilar tierra a los lados de la planta alzando el surco, con la finalidad de que se mantenga erguida conforme esta va creciendo, además se retiró la hierba que competían con el cultivo.
- **Aporque:** consistió en realizar un realce del surco para evitar que la planta se acame, esta actividad se ejecutó a los 90 días luego de la siembra.
- **Riegos:** se realizó cada 15 días o dependiendo de las necesidades que tenía el cultivo, para mantener a capacidad de campo el suelo.
- **Fertilización:** la fertilización se llevó a cabo según las recomendaciones del INIAP, en donde se realizó aplicaciones de yara complex, 18-46-0 y muriato de potasio para la siembra, yara rafos y sulfomag en la etapa de emergencia, las aplicaciones posteriores fueron realizadas de manera foliar según la etapa fenológica y las necesidades del cultivo.
- **Control Fitosanitario:** Para el control de enfermedades se efectuó aplicaciones de productos sintéticos (tabla 8), con el fin de prevenir enfermedades que afectan al cultivo, para ello se tomó en cuenta el tiempo de prevalencia del producto.

**Tabla 8**

*Control fitosanitario por hectárea en el cultivo de papa*

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Modo de acción</b>
Sulfato de Gentamicina+ Clorhidrato de Oxitetraciclina	360 g/ha	Bactericida
Azoxystrobin	3.75 g/ha	Fungicida
Propineb + Fluopicolide	1.13 kg/ha	Fungicida para lancha
Acído oxolínico	300 g/ha	Fungicida-Bactericida

#### 3.4.5 Monitoreo

Los monitoreos fueron directos (figura 27) e indirectos dependiendo de la variable, las cuales fueron analizadas cada ocho días, posteriormente todos los datos tomados se registraron en Excel para su posterior tabulación.

### **Figura 27**

*Monitoreo directo*



### **3.4.6 Manejo de la red**

La red se conformó de un alambre de acero de 40 cm de radio, el mismo que estaba adherido a un palo de madera de 50 cm de largo y una tela tul en forma coniforme de 40 cm de largo (figura 28). Este instrumento se usó para identificar la entomofauna presente cuando el cultivo alcanzó el 25, 50 y 100% de floración, para el conteo de los insectos se los colocó en un frasco letal para su identificación.

### **Figura 28**

*Paso de la red entomológica*



### **3.4.7 Manejo de trampas**

Las trampas tuvieron un tamaño de 5x10 cm y se situó con alambre a 5 cm (figura 29) del brote apical más alto, tomando en cuenta que conforme la planta se desarrolló esta iba subiendo, cada una de ellas fueron situadas en medio de las unidades experimentales y

fueron recolectadas cada ocho días envueltas en plástico film con su respectiva etiqueta, en donde constaba el lote y la fecha de cambio. Posteriormente se identificó a la fauna insectil por su orden (Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera, Coleoptera, Diptera, Thysanoptera) por medio del estereoscopio.

**Figura 29**

*Trampas amarillas*



*Nota:* a. Identificación de los insectos, b. Ubicación de trampas en el lote

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos durante la etapa de experimentación.

#### 4.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE *B. cockerelli* S.

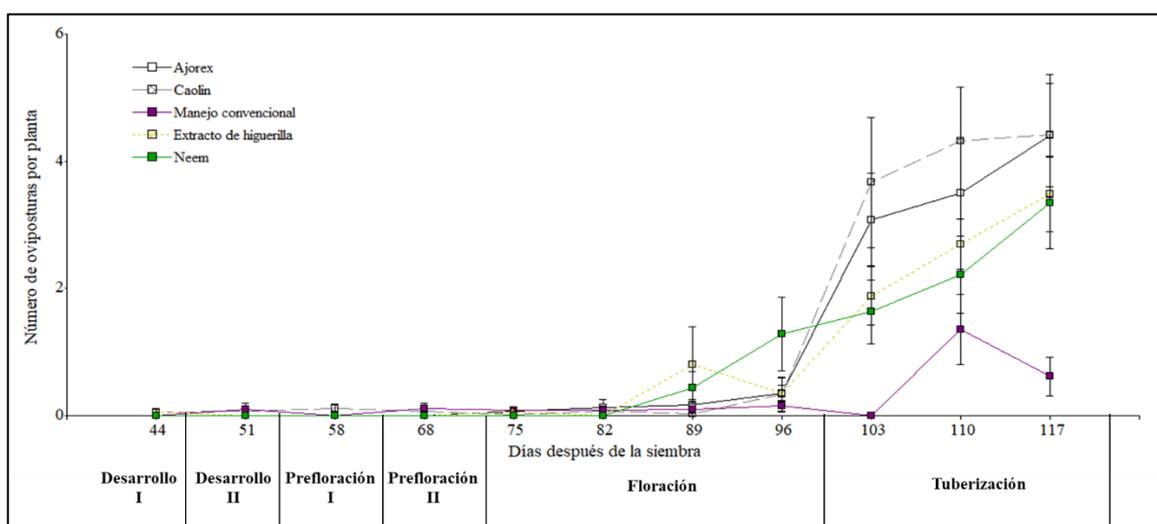
La dinámica de poblaciones se centra en la composición de individuos de la misma especie en una determinada zona, siendo la variación del número una constante importante para su análisis, por lo que para comprender de mejor manera la fluctuación poblacional de *B. cockerelli* S., se ha establecido como parámetro principal el conteo de ejemplares presentes en cada uno de los estadios de desarrollo del psílido (oviposturas, ninfas y adultos).

##### 4.1.1 Número de oviposturas de *B. cockerelli* S.

El análisis de datos no paramétricos Friedman muestra que si existe interacción entre la etapa fenológica de la papa y el tipo de manejo ( $T^2=25.97$ ;  $p < 0.0001$ ).

**Figura 30**

Número de oviposturas de *B. cockerelli* S.



En la figura 30, se observa las medias de los datos obtenidos, de los cuales en las etapas de desarrollo (I y II), prefloración (I y II) e inicios de la floración se encontró menos de una ovipostura por planta, no obstante, a los 89 días existió un huevo en la higuerrilla, en tanto, a los 96 días se evidencia un ligero cambio, ya que el neem alcanza una ovipostura, en cambio en los demás manejos se obtuvo un promedio menor al de un huevecillo.

En cambio, en la fase de tuberización se registra al manejo convencional como el de menor incremento con un máximo de 2 oviposturas en toda esta etapa, por el contrario, en el manejo de extractos se evidencia un rango de 2 a 4 siendo el neem y el extracto de higuierilla son los más bajo con 2 y 3 huevos, en cambio el caolín llega a 4 (oviposturas/planta) y el ajo de 3 a 4 huevecillos.

Peng et al. (2011), en su estudio realizado en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en las condiciones climáticas de Texas, muestran que las plantas tratadas con caolín alcanzan 3.8 oviposturas, mientras que a las que se les aplicó agua reportan 19.9 huevos, se infiere que la ovoposición redujo con el caolín debido a la película blanca que este forma, la cual genera que al momento del aterrizaje los insectos sean repelidos, lo cual tiene similitud con el presente estudio a pesar de haberse realizado en diferentes cultivos y condiciones climáticas.

Por otra parte, Granados (2010) dentro de su experimentación en laboratorio con plantas de papa, indica que con las aplicaciones de neem obtiene 2.50 oviposturas y con extracto de higuierilla 7.50 oviposturas, lo cual tiene cierta concordancia con los datos presentados con el neem mientras que con el extracto de higuierilla se evidencia que se obtuvo una mayor mortalidad en este estudio en comparación con el autor, se deduce que fue por el modo de preparación y las dosis.

Barrios et al. (2016), por su parte demuestra la efectividad del extracto de ajo en plantas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) en Puebla, encontrando alrededor de 7.8 oviposturas/planta, dicho dato difiere de lo obtenido, ya que se contabilizó hasta 4 oviposturas esto indica que existió mayor mortalidad con las dosis y condiciones en las que se realizó la presente experimentación.

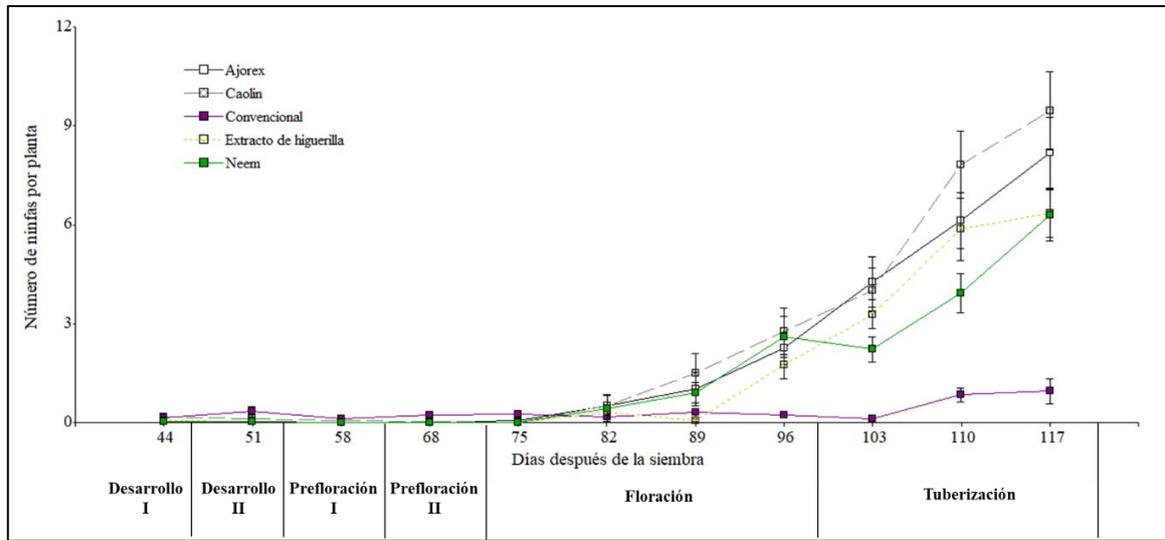
#### **4.1.2 Número de ninfas de *B. cockerelli* S.**

Por medio de la prueba de datos no paramétricos Friedman, en el número de ninfas se refleja que existen diferencias significativas entre la etapa fenológica del cultivo y el manejo ( $T^2=66.95$ ;  $p < 0.0001$ ).

En la figura 31, se denota que en las etapas de desarrollo (I y II) y prefloración (I y II) en promedio el número de ninfas es relativamente baja, obteniendo menos de una ninfa por planta.

**Figura 31**

Número de ninfas de *B. cockerelli* S.



Por el contrario, en la etapa de floración, se puede evidenciar que existe una similaridad de datos entre los manejos manteniéndose entre 0 y 1 ninfa hasta el día 89, sin embargo, a partir del día 96 se evidencia un rango de 2 a 3 individuos en los extractos siendo la higuierilla la menor, mientras que en el convencional existió menos de un espécimen.

En tanto, en la fase de tuberización se evidencia una mayor disparidad entre el manejo convencional y los extractos, ya que el convencional a lo largo de esta etapa se mantiene en un promedio de una ninfa, en cambio, en los extractos va ascendiendo en un 15% desde los 103 a los 110 días y en un 10% de los 110 a los 117 días, manteniendo al extracto de neem en una media de 2 a 6 ninfas, al extracto de higuierilla de 3 a 6 especímenes, ajo de 4 a 8 individuos y el caolín con 4 a 10 ninfas.

Desde el punto de vista de Padilla et al. (2010), se debe tomar en consideración que el umbral de daños de las ninfas es de un espécimen por planta, así mismo Cortez y Hurtado (2002) concuerdan con el autor anterior, pero indica que para que exista un 90% de severidad de los síntomas de punta morada (PM), se debe contabilizar hasta 15 ejemplares, por estas razones se deduce que los extractos incidieron en la mortalidad de las ninfas, debido a que no se superó el umbral de daños del último autor.

Flores et al. (2011), por su parte muestran que el neem en dosis de 200 ml/l tiene un 91% de efectividad, eso significa que obtuvo entre 1 y 2 ninfas en toda su experimentación. En base a este análisis los datos presentados no coinciden con el autor, debido a que la dosis

de aplicación del producto fue de 30 ml/l, lo cual se deduce que por la baja concentración este extracto alcanza hasta 6 ninfas.

Olovancha (2020), en cambio en su ensayo indica que con la aplicación del extracto de higuierilla el porcentaje de mortalidad de las ninfas fue del 20%, lo cual concuerda con los resultados presentados en el último periodo, ya que se alcanza un 22% de ninfas.

#### 4.1.3 Número de adultos de *B. cockerelli* S.

Con el resultado del análisis de varianza de LSD Fisher (tabla 9), se indica que la variable número de adultos tiene interacción entre el tipo de manejo y los días después de la siembra (dds) ( $F=2.18$ ;  $gl=32, 88$ ;  $p=0.0023$ ).

**Tabla 9**

*ADEVA del número de adultos en trampa de B. cockerelli S.*

Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Dds	27.83	8	88	<0.0001
Manejo	9.15	4	88	<0.0001
Dds: manejo	2.18	32	88	0.0023

En la figura 32, se puede observar que en la fase de desarrollo I existió menos de un adulto por trampa en todos los manejos. A su vez en la etapa de desarrollo II solo la higuierilla y neem mantuvieron una similar tendencia a la etapa anterior, por el contrario, el caolín, ajo y convencional arrojan un rango de 1 a 2 adulto/trampa.

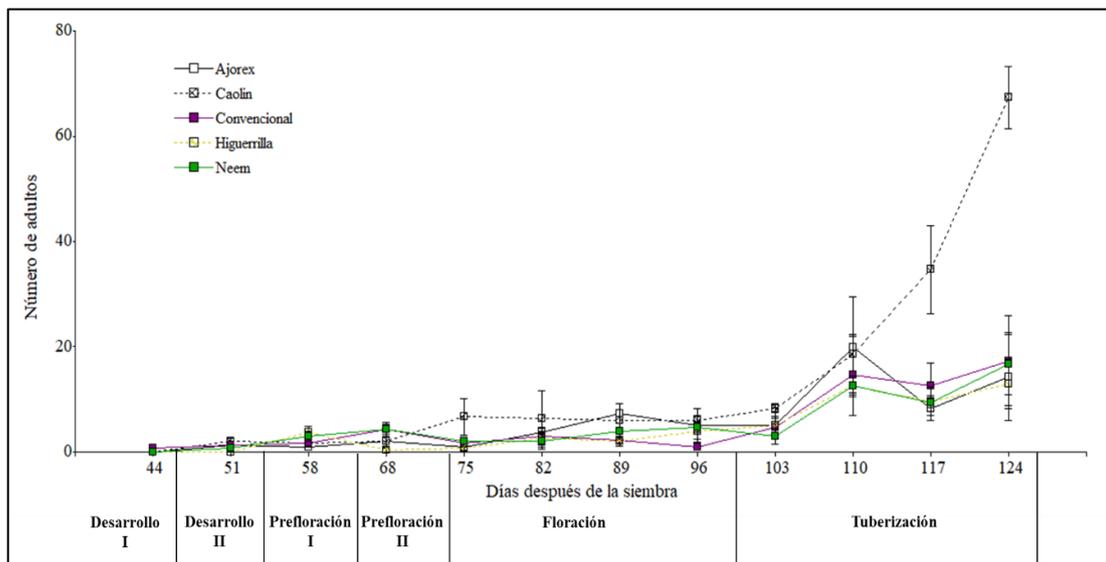
De igual forma en prefloración I el número de especímenes es semejante al período anterior en el ajo, caolín y convencional, por el contrario, los extractos de higuierilla y neem llegan a 3 y 4 adultos. A su vez en prefloración II el número de psílidos presentes fue de 4 en el manejo convencional y neem, mientras que la higuierilla reduce a menos de un adulto.

Por otra parte, cuando la planta se encontraba en floración se obtuvo entre 8 y 9 adultos en el manejo convencional y extracto de higuierilla, seguidos del neem y ajo con 12 y 17 psílidos, siendo el caolín el de mayor número, debido a que llega a un promedio de 25 ejemplares. De igual manera en tuberización se evidenció un incremento de 31 y 30 adultos en higuierilla y neem, luego se tiene un estimado de 48 y 49 ejemplares en ajo y el manejo convencional, manteniendo al caolín con la más alta cifra de adultos, debido a que

alcanza hasta 129 especímenes, de los cuales el mayor número se encuentra a los 124 días, ya que se capturó 67 psílicos.

**Figura 32**

*Número de adultos en trampa de B. cockerelli S.*



Walker et al. (2013), plantean que el umbral económico debe ser menos de 3 adultos por trampa para evitar una alta proliferación de la plaga, en base a este análisis dentro de los datos obtenidos, se observa que hasta la etapa de prefloración II el extracto de higuerrilla no sobre pasa el umbral de daños, por el contrario, en las dos últimas fases todos los manejos sobre pasa este índice, esto se debe a que el psílido necesita una vasta área foliar para su desarrollo.

De acuerdo con Luna et al. (2011), en condiciones de laboratorio el uso del neem no tuvo una respuesta favorable en la mortalidad de adultos, debido a que en dosis de 1 l/ha obtuvo un porcentaje del 12% de psílicos muertos, lo cual tiene cierta similitud con los resultados anteriormente planteados, porque a partir de la floración se sobre pasa el umbral económico alcanzando hasta 30 adultos/trampa, lo cual implica que el índice de mortalidad fue bajo.

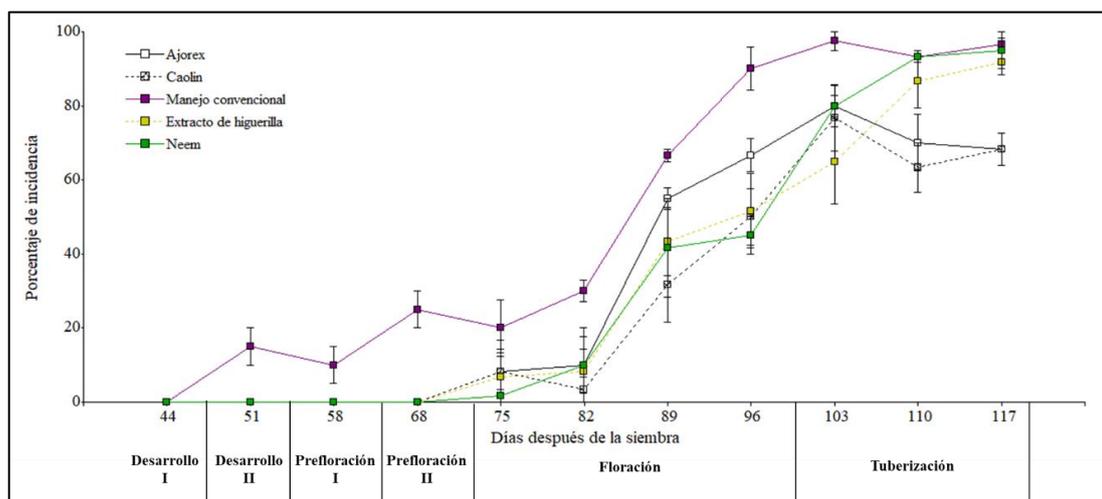
#### 4.2 INCIDENCIA DE PUNTA MORADA (PM)

Mediante el análisis de varianza LSD Fisher en los síntomas de PM, se evidenció que existió interacción (tabla 10) entre los días después de la siembra y el tipo de producto aplicado en las parcelas ( $F=3.11$ ;  $gl=40, 109$ ;  $p < 0.0001$ ).

**Tabla 10***ADEVA sobre la incidencia de punta morada en papa*

Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Dds	331.57	10	109	<0.0001
Manejo	40.28	4	109	<0.0001
Dds: manejo	3.11	40	109	<0.0001

En la figura 33, se observa que dentro del manejo con extractos el número de plantas afectadas por PM tienen un crecimiento gradual a partir de los 75 días, es decir cuando estas alcanzaron el 100% de floración, por el contrario, el manejo convencional crece en un 15% de incidencia desde el desarrollo II hasta prefloración II.

**Figura 33***Incidencia de punta morada en papa*

En los primeros días de la floración (75 días) se presenta una media del 6% de afección en los lotes de los extractos, mientras que en el convencional se alcanza un 20%, de igual forma en el día 82 los extractos no superan el 10% de incidencia, siendo el caolín el de menor porcentaje (3%), en cambio el convencional asciende a un 30% de daño. A los 89 y 96 días se obtiene un índice más alto en comparación a días anteriores, debido a que se llega hasta un 47 y 43% de manifestación de PM en la higuierilla y neem, seguido del 60 y 53% en el ajo y caolín, manteniendo al manejo convencional como el de mayor porcentaje de incidencia con un promedio del 78%.

En la tuberización en cambio, se llega a obtener índices entre el 75 y 93% de afección, siendo el día 110 en donde el extracto de higuierilla y neem llegan hasta un 87 y 93% de

daño, mientras que el ajo y caolín alcanzan un 70 y 63% de síntomas. Cuando la planta llegó a los 117 días el manejo convencional, neem e higuerilla reportaron más del 90% de signos de PM, mientras que el caolín y ajo llegan a un 68% de incidencia.

Tomando como punto de partida la investigación de Rubio et al. (2006), realizada en Nuevo León y Coahuila, se evidencia que para obtener más del 50% de afección de PM, se necesita alrededor de 48 adultos/trampa y 40 ninfas/planta, lo cual tiene concordancia con el presente estudio, ya que en floración y tuberización se reportó un alto número de ninfas y adultos, sobrepasando el umbral de daños, por esa razón se obtuvo una alta incidencia de la enfermedad en los dos últimos periodos en los extractos.

Sin embargo, en el manejo convencional el número de adultos y ninfas no fue relativo al porcentaje de plantas con sintomatología de PM, según Hernández et al. (2018), se debe a que la enfermedad tiene un 60% de transmisión por semillas infectadas, llegando a diseminar hasta un 20% de plantas próximas al inóculo, por esta razón desde el inicio del análisis se observa cómo va ascendiendo la incidencia de PM, partiendo desde un 15% de infección.

En cambio, López (2009) en su experimentación muestra que el neem a los 75 días llega a un 13.07% de incidencia, lo cual va aumentando conforme la planta alcanzaba la madurez, llegando hasta un 38% de incidencia máxima, estos datos son concordantes con lo presentado en este estudio, ya que de igual manera se obtiene índices de alrededor del 10% en el día 75 ascendiendo en forma progresiva hasta el término del cultivo.

### **4.3 ENTOMOFAUNA DEL CULTIVO DE PAPA**

Dentro de esta sección se evidenciarán los resultados de la clasificación entomológica en el cultivo, en la que se tomó en cuenta parámetros como: orden (Aracneae, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata y Thysanoptera), índice poblacional y su función (benéfico o plaga).

#### **4.3.1 Entomofauna en trampa**

En la entomofauna se ejecutó la prueba estadística de Friedman, en donde se evidencia que existe interacción entre el manejo, los días después de la siembra y el orden de clasificación de los insectos ( $T^2= 28.90$ ;  $p < 0.0001$ ).

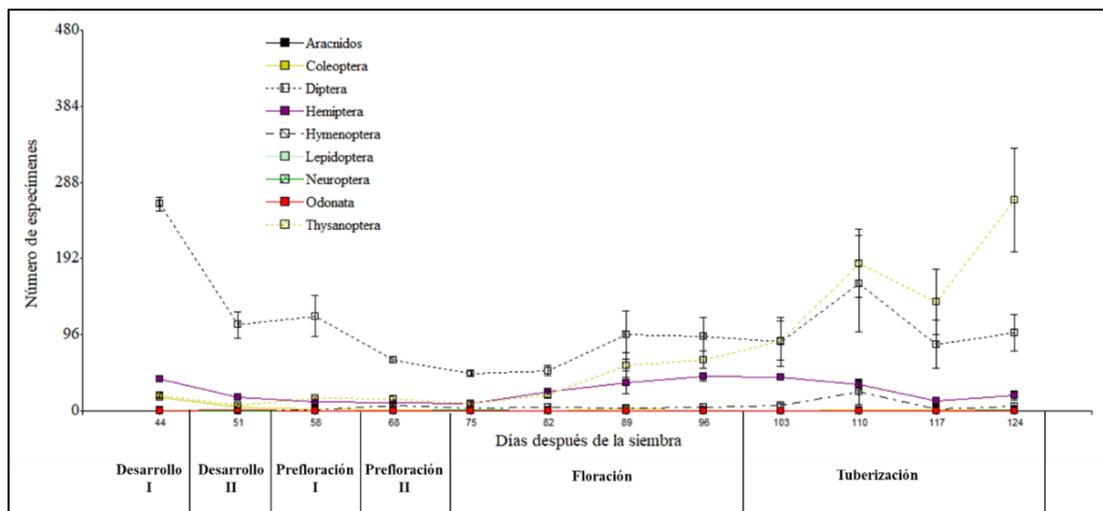
La diversidad de insectos dentro del cultivo fue relativo a la fase fenológica, ya que conforme la planta iba creciendo la fauna insectil también aumentó.

#### 4.3.1.1 Extracto de higuera

En la figura 34, se evidencia que el orden con mayor cantidad de individuos es Diptera, en donde a los 44 días se alcanza 261 especímenes, sin embargo, entre los 44 y 51 días se manifiesta un decrecimiento poblacional del 41%, de igual forma a los 58 y 68 días el número de insectos disminuye el 30%. Para la fase de floración existió una constante entre los 75 y 82 días con 51 insectos, lo cual asciende en un 31% a los 89 días, mientras que en tuberización a los 110 días se obtuvo un total de 160 dípteros.

**Figura 34**

*Entomofauna del extracto de higuera*



Thysanoptera en cambio entre los 44 y 82 días presenta hasta 21 ejemplares, no obstante, a partir del día 89 el incremento fue del 11% hasta el final de la floración, sin embargo, en tuberización existió mayor fluctuación poblacional en comparación a las fases anteriores, ya que se reportó de 138 a 265 trips en las últimas evaluaciones.

Hemiptera desde el desarrollo II hasta prefloración II llegó a un promedio de 13 insectos, mientras que en floración se evidenció entre 24 y 43 hemípteros, de los cuales el mayor número fue en el día 96. En tanto en tuberización se observa una disminución del 21% desde el inicio hasta el final de este periodo.

En cuanto al orden Hymenoptera hasta final de la floración se reportó hasta 7 ejemplares, por el contrario, en tuberización se evidenció 24 individuos solo en el día 110, en las evaluaciones restantes se obtuvo una media de 5 himenópteros.

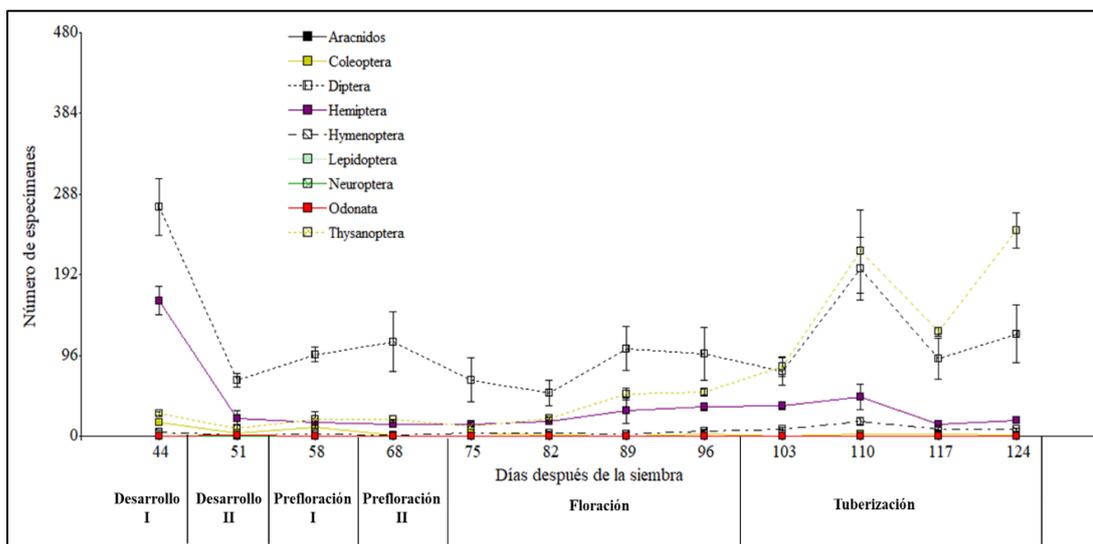
Por otra parte, en el orden Coleoptera solo a los 44 días se presenta un promedio de 18 coleópteros, mientras que en los demás muestreos existió menos de un insecto, de manera similar en los órdenes Aracneae, Lepidoptera, Odonata y Neuroptera también se reportó hasta un individuo en todo el ciclo de cultivo.

#### 4.3.1.2 Extracto de neem

Dentro del extracto de neem la densidad de la población insectil (figura 35) más alta fue Diptera, en la cual entre el día 44 y 55 existió un decrecimiento del 60%, mientras que a los 58 y 68 días se evidencia una diferencia de 7%, de igual forma al día 75 y 82 el número de dípteros capturados sigue decreciendo en 12%, pero para los días 89 y 96 se denota un aumento del 26% siendo el día 89 el de mayor número de ejemplares. Para la última etapa de evaluación se muestra al día 110 como el de mayor número de insectos, ya que alcanzó 199 especímenes.

**Figura 35**

*Entomofauna en el lote de neem*



El orden Thysanoptera arroja una media de 18 fitófagos hasta la sexta evaluación, no obstante, a partir de los 89 días el número de tisanópteros creció en un 47% hasta el final de la floración, mientras que en la etapa de tuberización se alcanza entre 219 y 245 trips,

en cambio, a los 110 y 124 días existió un crecimiento del 43% en comparación con el periodo anterior.

En el orden Hemiptera se registró hasta 161 insectos en la primera valoración, lo cual desciende en un 77% a los 51 días. En la prefloración (I y II) se contabilizó entre 16 y 14 hemípteros, luego en la floración se observa que en el día 75 y 82 existió entre 14 y 17 insectos, mientras que a los 89 días se denota un incremento del 38%. En tuberización en los primeros días se mantiene en 35 insectos, pero para el día 110 el número de fitófagos asciende a 47, sin embargo, en los dos últimos muestreos se evidencia una disminución del 17%.

Por otro lado, Hymenoptera hasta los 89 días se registra entre 2 y 4 ejemplares, luego desde los 96 hasta los 124 días se observa un promedio de 9 especímenes, a excepción del día 110 en donde se recolectó 17 himenópteros. Contrario a esto, en los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Aracneae se contabilizó menos de un ejemplar dentro de todas las evaluaciones. En tanto los insectos del orden Neuroptera se presentó menos de uno en el día 110, mientras que el Odonata solo se evidenció en las dos primeras evaluaciones un ejemplar.

#### *4.3.1.3 Extracto de ajo*

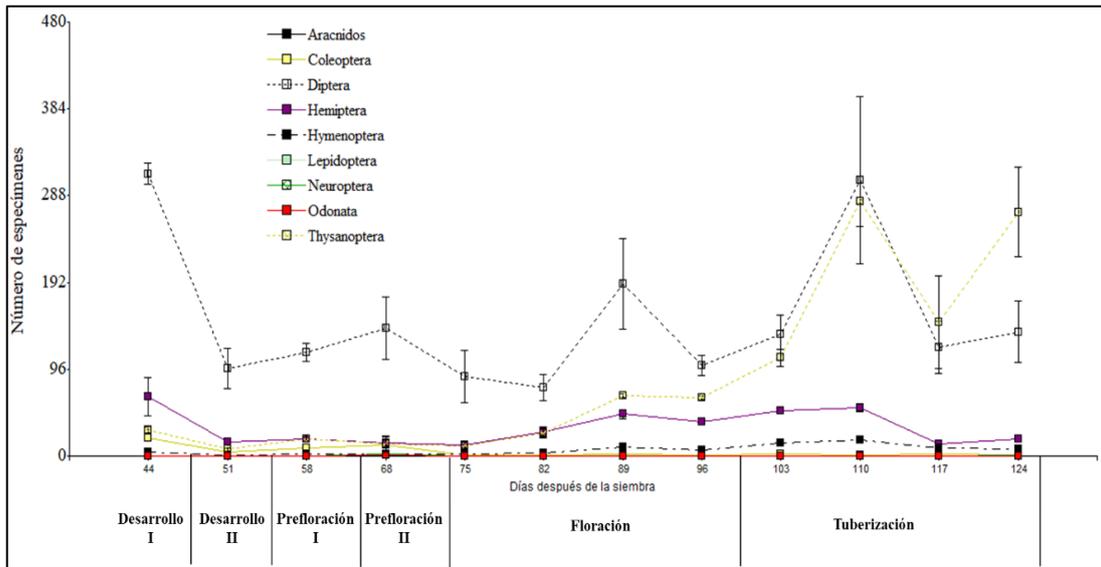
En el extracto de ajo (figura 36) el orden Diptera presentó 312 insectos en la primera evaluación, lo cual disminuyó el 53% desde la fase de desarrollo I a desarrollo II, luego se observa un incremento del 8% en prefloración I, posteriormente de prefloración I a prefloración II se denota un aumento del 10%. Mientras tanto al inicio de la floración se evidencia un decrecimiento del 23%, lo cual cambia a los 89 días, ya que se llega hasta 190 ejemplares, siendo este el de mayor número. De la misma manera, en tuberización sigue incrementando en 22% desde el final de la floración hasta el inicio de la tuberización, consecuentemente a los 110 días se llega a 305 ejemplares, lo cual disminuye a 121 y 137 en las dos últimas evaluaciones.

En Thysanoptera se muestra un total de 29 insectos a los 44 días, lo cual decrece en un 59% entre desarrollo I y desarrollo II, mientras que de desarrollo II a prefloración I existió un 43% de aumento, y de prefloración I a prefloración II existió una reducción del 17%. En cambio, en floración se observa que desde el día 75 hasta el 96 se alcanzó un 40% más; sin

embargo, en tuberización se evidencia un mayor incremento de trips, ya que supera los 100 ejemplares, siendo el día 110 y 124 los más alto con 282 y 270 fitófagos.

**Figura 36**

*Entomofauna en el lote de ajo*



Hemiptera en cambio en desarrollo I mostró 66 insectos, sin embargo, en desarrollo II y prefloración (I y II) se evidenció menos de 20 ejemplares, lo cual cambia en floración debido a que este número aumenta hasta 47 especímenes en el día 89, mientras tanto en tuberización a los 103 y 110 días se presentó entre 50 y 53 insectos, no obstante, a los 117 y 124 días el número de insectos disminuye a 14 y 19.

Coleoptera arrojó en las cuatro primeras fases una media de 12 insectos, mientras que para floración y tuberización existió una constante poblacional de 1 a 3 coleópteros. De manera similar, el orden Hymenoptera hasta el día 82 alcanza entre 2 y 5 himenópteros, en cambio del día 89 al 124 existió alrededor de 6 y 18 especímenes, de los cuales el más alto fue en el día 110.

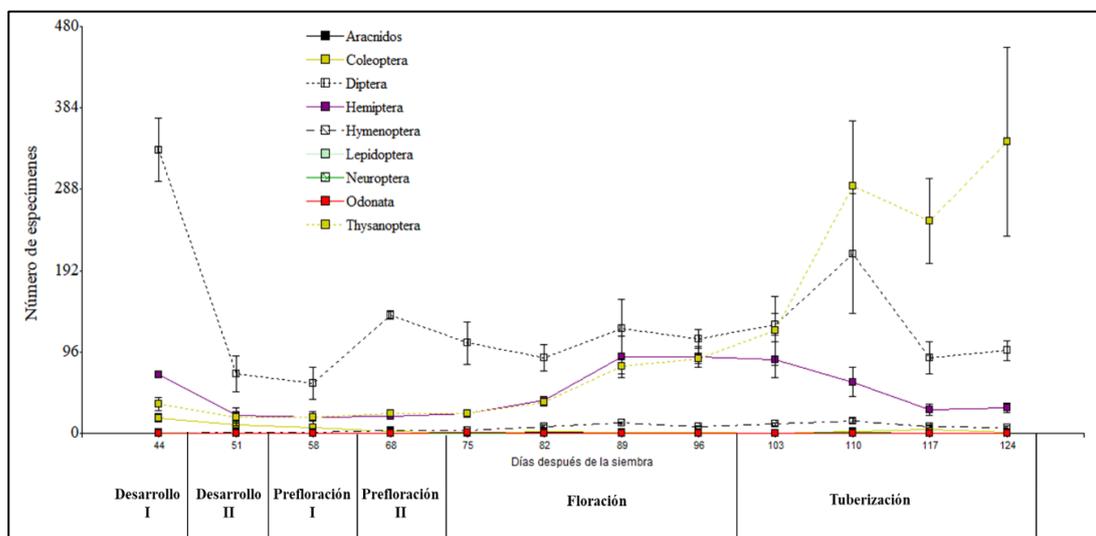
Mientras tanto, solo en prefloración (I y II), floración (82 y 89 días) y tuberización (110 días) existió menos de un Lepidoptera. De igual forma, en la Aracneae hubo hasta un espécimen al inicio y final del cultivo. Por otra parte, en Neuroptera se evidenció hasta 2 ejemplares en todo el ciclo del cultivo, en cambio en el grupo Odonata se mostró un promedio de un ejemplar en prefloración I.

#### 4.3.1.4 Caolín

En el caolín (figura 37) el orden Diptera alcanzó densidades de 334 insectos en la etapa de desarrollo I, mientras que en desarrollo II decrece a 70 dípteros, por otra parte, desde prefloración I a prefloración II existió un aumento del 40%. Mientras tanto, en floración el mayor número de insectos se dio a los 96 días con 111, el mismo que incrementó en un 7% para el inicio de la tuberización, en donde el día 110 fue el que alcanzó una media de 212 especímenes, no obstante, a los 117 y 124 días se contabilizó un promedio de 93 dípteros.

**Figura 37**

*Entomofauna en el lote de caolín*



El orden Thysanoptera muestra un aumento constante en todas las etapas, siendo la etapa de desarrollo I la más alta con 35 ejemplares, seguido de prefloración II con 23 insectos, este promedio se mantiene al inicio de la floración, el cual cambia a los 82 días, ya que se obtiene hasta 37 tisanópteros, luego desde los 82 a los 89 días se evidencia un incremento del 37%. En tuberización en cambio se llega a registrar entre 121 y 344 trips, siendo el día 103 el más bajo y el 124 el más alto.

En tanto el grupo Hemiptera al inicio de las evaluaciones presenta 69 hemípteros, mientras que en desarrollo (I y II), prefloración (I y II) y al inicio de la floración se obtuvo una media de 21 insectos, sin embargo, desde el día 82 hasta la séptima y octava evaluación asciende en 40%. En cambio, en tuberización se alcanza entre 87 y 60 ejemplares, lo cual disminuye en 43% en los dos últimos muestreos.

Por el contrario, en el orden Hymenoptera se observa que en desarrollo y prefloración se tiene entre 1 y 3 ejemplares, mientras que desde floración hasta tuberización se evidencia entre 7 y 15 insectos, siendo el día 110 el más alto y el 124 el más bajo.

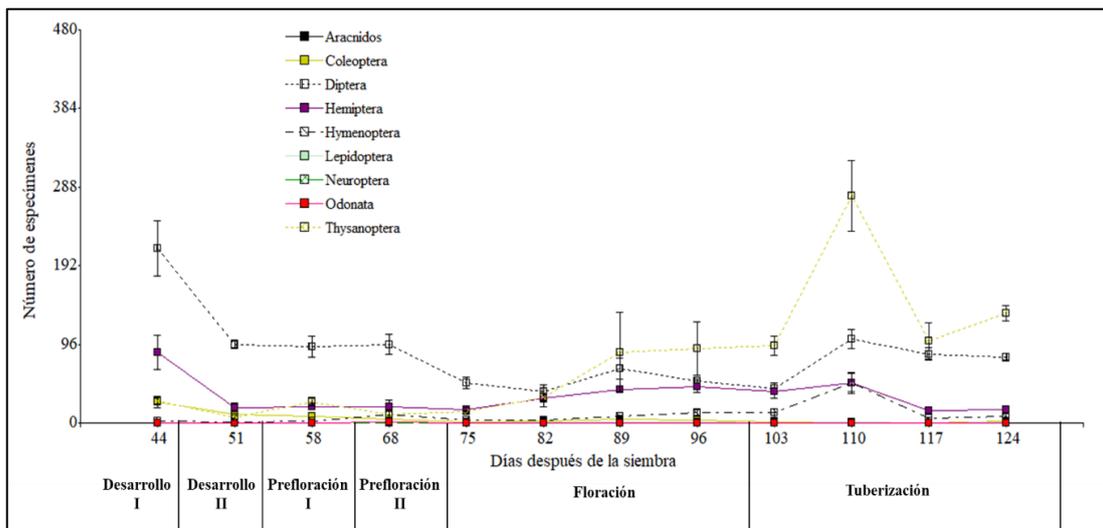
Del grupo Coleoptera en todas las evaluaciones se evidenció entre 18 y 1 insectos, siendo el día 44 el de mayor número y el día 103 el menor. Mientras tanto Lepidoptera presenta una media de 1 y 2 insectos en todo el ciclo de cultivo. Mientras que el orden Neuroptera se observó menos de uno al inicio de la floración y al final de la tuberización. Aracneae se presentó solo a los 82, 89 y 124 días con un espécimen. En cuanto a Odonata solo hubo menos de un ejemplar a los 75 días.

#### 4.3.1.5 Convencional

En el manejo convencional (figura 38) se evidenció que el grupo Diptera en el primer análisis alcanza hasta 214 ejemplares, mientras que en desarrollo II y prefloración (I y II) existió un 38% menos, de igual forma en floración hubo entre 38 y 67 dípteros, siendo el día 89 el de población más alta y a los 82 días la más baja. En cuanto a tuberización se evidencia que a los 103 días se contabilizó 42 ejemplares, mientras que a los 110 días asciende a 103 moscas, en tanto en las dos siguientes evaluaciones arrojó entre 84 y 80 especímenes.

**Figura 38**

*Entomofauna del manejo convencional*



Thysanoptera en cambio, entre la etapa de desarrollo I y desarrollo II arroja un decrecimiento del 61%, mientras que desde desarrollo II a prefloración I se evidencia un

aumento del 59%, en tanto de prefloración I a prefloración II existió una disminución del 40%. En floración a los 75 y 82 días se observó un promedio de 14 y 31 tisanópteros, por el contrario, a los 89 y 96 días se alcanza poblaciones de 87 y 91 trips. Por otro lado, desde el final de la floración al inicio de la tuberización existió un aumento del 2%, sin embargo, en el día 110 se denota una media de 277 ejemplares, siendo este muestreo el más alto de todo el ciclo del cultivo, debido a que en los dos posteriores análisis se contabilizó entre 100 y 132 fitófagos.

El orden Hemiptera en la fase de desarrollo I llega a 87 especímenes, no obstante, de desarrollo I a desarrollo II se denota una reducción del 64%, mientras que en prefloración I y II se mantiene una media de 19 hemípteros, lo cual redujo al día 75, debido a que se obtiene hasta 16 insectos, pero desde el día 82 al 96 el número crece, ya que se tiene entre 30 y 44 ejemplares, siendo el día 96 el más alto. De manera similar, en tuberización para la décima y onceava evaluación se alcanza entre 38 y 49 especímenes, sin embargo, en los dos últimos muestreos se obtuvo una media de 15 y 16 artrópodos.

En cuanto, al grupo Hymenoptera a partir del periodo de desarrollo I hasta prefloración II existió de 2 a 3 insectos, en cambio en prefloración II hubo un crecimiento del 67%. Mientras tanto en floración en los días 75 y 82 existió de 4 a 3 himenópteros, lo cual aumento a 8 y 12 a los días 89 y 96. Por el contrario en tuberización la población alcanzó hasta 49 ejemplares a los 110 días.

Coleoptera por su parte, en la fase de desarrollo I llega hasta 26 insectos, reduciendo a 10 y 8 en desarrollo II y prefloración I, en tanto desde prefloración II hasta tuberización se registró entre 1 y 5 coleópteros, siendo el día 89 el mayor y el día 117 el menor.

Con lo que respecta al orden Lepidoptera se contabilizó de 1 a 2 especies desde la sexta evaluación hasta el final de los muestreos. Aracneae por su parte, registra menos de un ejemplar solo al final de la floración e inicio de la tuberización. En Neuroptera de igual manera se obtuvo menos de una a los 96 y 117 días. Finalmente, en Odonata se obtuvo una media de 1 especie a los 68 días.

Ruiz et al. (2021), en su estudio realizado en pimiento (*C. annuum* L.) obtienen poblaciones de 153 coleópteros, 177 hemípteros y 91 himenópteros, lo cual tienen cierta similitud con los datos obtenidos en todos los manejos, ya que la mayoría de los insectos descritos se encontraban dentro de los mismos órdenes presentados por el autor.

En cambio, Lozano et al. (2018), en seis ecotipos de Chile (*C. annum* L.) en México identificaron 8 órdenes, de los cuales el que más destaca es Coleoptera con 491, seguido de Hemiptera con 545 de los cuales el 78% son *B. cockerelli* S., luego se tiene a Lepidoptera e Hymenoptera con 98 y 69 ejemplares, Diptera, Neuroptera y Thysanoptera obtuvo un rango de 7 a 18 especímenes, con este antecedente los datos de la presente investigación no concuerdan con el autor, ya que el orden que más destacó fue Diptera, se infiere que la diferencia del número poblacional, se debe a que se realizó en diferentes cultivos y condiciones agroclimáticas.

### 4.3.2 Entomofauna de la red entomológica

Mediante la prueba de análisis de varianza LSD Fisher, se concluye que existe interacción (tabla 11) entre la etapa de floración en la que se encontraba el cultivo, el tipo de manejo y los órdenes de clasificación ( $F=3.11$ ;  $gl=56, 238$ ;  $p=0.0239$ ).

**Tabla 11**

*ADEVA de la variable entomofauna en la red entomológica*

Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Etapa	11.54	2	238	<0.0001
Manejo	5.58	4	238	0.0003
Orden	102.02	7	238	<0.0001
Etapa: manejo	1.40	8	238	0.1954
Etapa: orden	2.89	14	238	0.0005
Manejo: orden	4.78	28	238	<0.0001
Etapa: manejo: orden	1.48	56	238	0.0239

#### 4.3.2.1 Prefloración I

En la figura 39, se evidencia la fluctuación poblacional de los órdenes de insectos predominantes en el 25% de floración. En el manejo convencional destaca el Diptera con una media de 11 ejemplares, de los cuales 2 son moscas tigre (*Eristalinus taeniops* W.). En los órdenes Hemiptera, Hymenoptera y Thysanoptera se obtiene entre 3 y 2 ejemplares. En cuanto a *B. cockerelli* S. hubo un promedio de un psílido. Mientras que en Lepidoptera existió menos de un ejemplar.

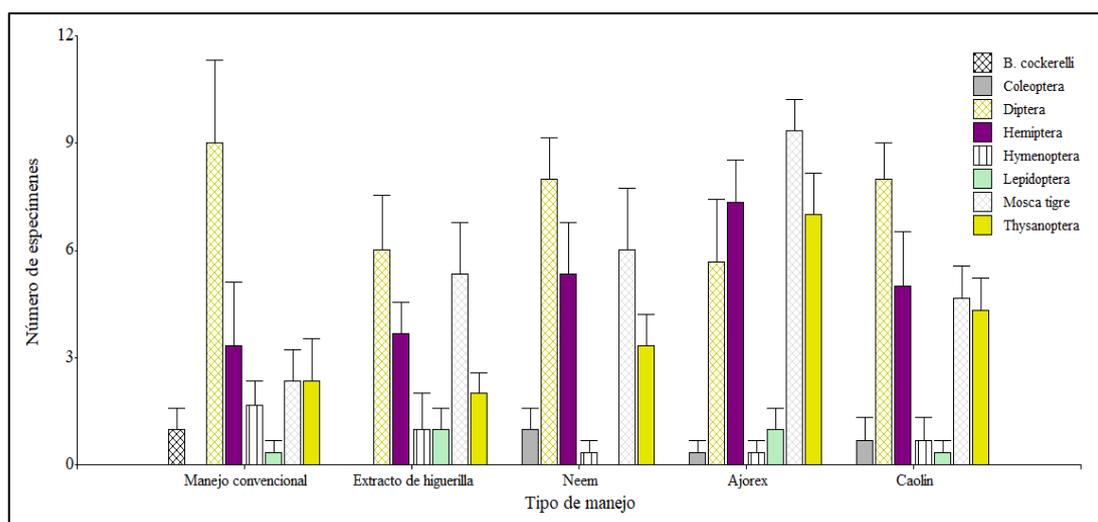
En el extracto de higuera se presentó 11 Diptera, en donde 5 son *E. taeniops* W., seguido de Hemiptera con 4 especímenes. Luego se tiene a Thysanoptera con un promedio de 2

ejemplares. Mientras que los grupos de Hymenoptera y Lepidoptera se contabilizó un insecto por orden.

En cuanto al neem, se registró cuatro órdenes presentes, siendo Diptera el más alto con 14 ejemplares, de los cuales 6 son *E. taeniops* W., seguido de Hemiptera con 5, Thysanoptera con 3, luego Coleoptera con uno e Hymenoptera con un promedio menor a uno.

**Figura 39**

*Entomofauna en prefloración I*



En el manejo con ajo, existió alrededor de 9 *E. taeniops* W. y 6 dípteros de otras especies, luego se encuentran los hemípteros y tisanópteros con 7 insectos, en tanto Lepidoptera alcanzó un ejemplar, dejando al orden Coleoptera e Hymenoptera con menos de un insecto.

En el caolín se obtuvo un total de 13 dípteros, siendo 5 *E. taeniops* W., posteriormente se tiene a Hemiptera con 5 ejemplares. Thysanoptera por su parte llegó a 4 trips, en tanto Lepidoptera, Hymenoptera y Coleoptera alcanzaron hasta un espécimen.

Cabe recalcar que mediante el paso de la red no se evidenció especies de insectos del orden Aracneae, Neuroptera y Odonata.

#### 4.3.2.2 Prefloración II

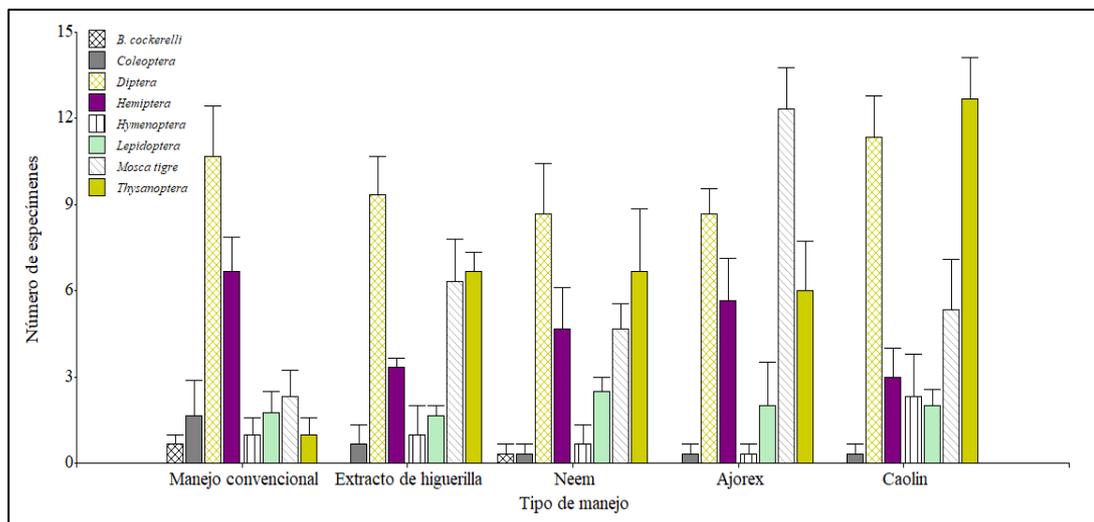
En la figura 40, se observa la fauna insectil en el 50% de floración, en donde el orden dominante en el manejo convencional fue el Diptera con 13 insectos, del cual el 18% son *E. taeniops* W., posteriormente los Hemiptera alcanzan un promedio de 8 fitófagos, siendo uno de ellos *B. cokerelli* S., no obstante, en los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Thysanoptera existió entre 1 y 2 insectos.

Con el extracto de higuera, de igual manera el Diptera es el preponderante con 16 dípteros, siendo el 40% *E. taeniops* W., en Thysanoptera en cambio se contabilizó 7 trips, no obstante, Hymenoptera, Lepidoptera y Hemiptera se encuentran en un rango de 1 a 3 ejemplares, siendo los hemípteros los más altos. En tanto el Coleoptera alcanza un promedio menor a un espécimen.

En el neem se registraron 13 dípteros, de los cuales el 35% son *E. taeniops* W., por otra parte, Thysanoptera llega a 7 trips, mientras que en Hemiptera y Lepidoptera se obtiene 5 y 3 fitófagos respectivamente, sin embargo, Hymenoptera llega a un ejemplar, mientras que Coleoptera y *B. cokerelli* S. existió menos de un adulto.

**Figura 40**

*Entomofauna en prefloración II*



En los lotes tratados con ajo, el orden Diptera llega hasta 21 ejemplares, de los cuales el 58% son *E. taeniops* W., en tanto en Hemiptera y Thysanoptera se obtuvo una media de 6 insectos, luego se tiene a Lepidoptera con 2 especímenes, finalmente se encuentran Hymenoptera y Coleoptera con menos de una especie por cada paso con la red.

En caolín se registra en el orden Diptera una media de 17 insectos, del cual el 31% son *E. taeniops* W., Thysanoptera por su parte alcanza hasta 13 trips, mientras que en Hemiptera, Lepidoptera y Hymenoptera se contabilizó entre 3 y 2 ejemplares, siendo los hemípteros los mayores.

Dentro de este periodo del cultivo no se evidenció poblaciones de Aracneae, Neuroptera y Odonata en ninguno de los manejos.

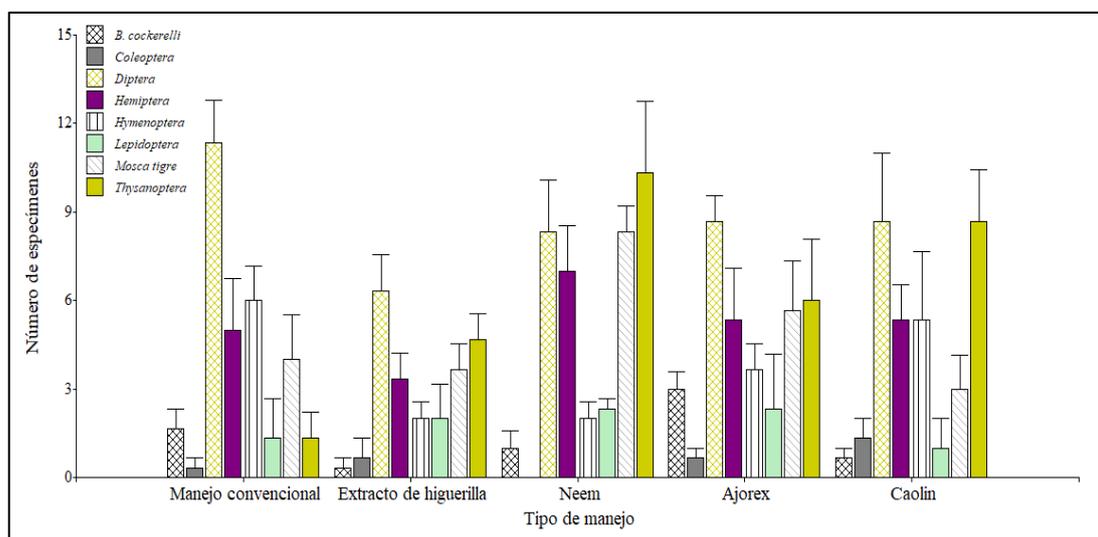
### 4.3.2.3 Floración

En la figura 41, la fauna insectil colectada con la red entomológica al 100% de floración, arrojó que al igual que en las fases anteriores no se evidencia especies del orden Aracneae, Neuroptera y Odonata.

En esta etapa el manejo convencional alcanzó 13 ejemplares del orden Diptera, de los cuales el 26% son *E. taeniops* W., Hemiptera e Hymenoptera figuran entre 7 y 6 especímenes, en donde *B. cokerelli* S. representa el 25%, mientras que Thysanoptera y Lepidoptera llegan a una media de un insecto en cada grupo.

**Figura 41**

*Entomofauna en floración*



De manera similar en el extracto de higuierilla destaca Diptera con 10 insectos, de los cuales el 37% son *E. taeniops* W., en tanto Thysanoptera obtiene 5 ejemplares por muestreo, luego se encuentra Hemiptera con 4 especies, representando el 9% el psílido *B. cokerelli* S., y Coleoptera llega a un coleóptero por sitio de análisis.

El neem por su parte reporta 17 especímenes del Diptera, del cual el 50% son *E. taeniops* W., en cambio Thysanoptera alcanza 10 trips por observación, mientras que Hemiptera presenta una media de 8 ejemplares, en donde *B. cokerelli* S. representa el 13%, luego se tiene a Lepidoptera e Hymenoptera con 2 insectos por colecta.

En los lotes tratados con ajo, sobresale el Diptera con 14 ejemplares, siendo el 40% *E. taeniops* W. En tanto, Hemiptera llega a 8 insectos, de los cuales el 36% son *B. cokerelli* S., mientras tanto Thysanoptera reporta hasta 6 trips por paso de red. En cuanto a

Lepidoptera y Hemiptera existió un rango de 2 y 4 especímenes en la observación. Coleoptera en cambio se mantuvo en un coleóptero.

Caolín alcanzó 12 insectos del orden Diptera, del cual el 26% son *E. taeniops* W., seguido de Thysanoptera con 9 trips, Hemiptera con 6 insectos, de los cuales el 11% son *B. cokerelli* S. Por otra parte, Hymenoptera presentó 5 ejemplares en la colecta, mientras que Coleoptera y Lepidoptera reportan un espécimen.

Merino y Orrego (2020), demuestran que el extracto de neem ayuda a reducir poblaciones de Lepidoptera y Diptera, ya que este presenta un 50% de efectividad frente al ataque de estas plagas, lo cual coincide con lo reportado, dentro de este tratamiento existió baja fauna insectil de lepidópteros, sin embargo, en el grupo Diptera alcanzó altos índices en todos los tratamientos.

Por otro lado, Sabillón y Bustamante (1995), demuestran que con el extracto de higuierilla y neem existió un control de plagas del orden Hemiptera, estos reportan poblaciones de 14 y 10 insectos de *B. tabaci* G., lo cual concuerda con lo presentado anteriormente, debido a que se obtiene menos de 10 hemípteros dentro de los lotes tratados con neem e higuierilla.

Cuaspué (2021), en su investigación plantea que debe existir menos de 3-5 adultos vivos por planta de *B. cokerelli* S., para evitar daños en las hojas. Por lo tanto, en la presente investigación se evidencia que en todos los tratamientos no sobre pasa el umbral de daños, ya que el número máximo del psílido es de 3, en el ajo manteniéndose dentro del rango.

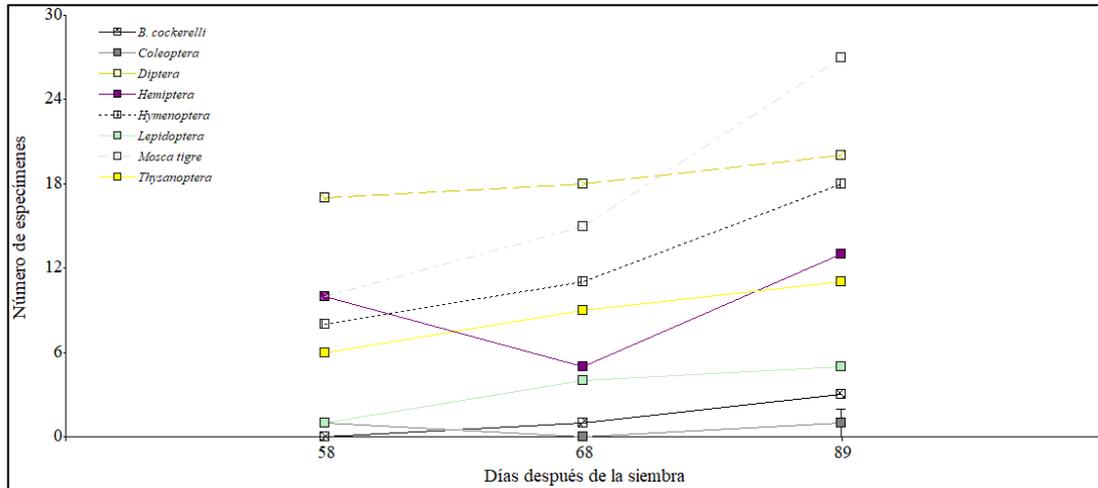
#### **4.4 ENTOMOFAUNA DEL MARGEN FUNCIONAL**

Dentro del margen funcional (figura 42) se pudo evidenciar la presencia de 6 órdenes, de los cuales Diptera se mantuvo en un promedio de 27 a 47 insectos, reflejando un incremento del 6% en los 58 a 68 días, y un 14% de los 68 a 89 días. Además, dentro de este grupo se evidenció entre 10 y 27 *E. taeniops* W., siendo el último muestreo el más alto.

Mientras tanto, Hemiptera alcanza entre 10 y 16 ejemplares, en donde el más alto fue a los 89 días, ya que existió un 19% del adulto *B. cokerelli* S. Por otro lado, Hymenoptera presenta hasta 18 especímenes, para lo cual se denota un incremento del 8% desde el día 58 al 68, y un 18% del día 68 al 89. En Thysanoptera se evidenció una fluctuación de 6 a 11 trips, mientras que Lepidoptera obtiene entre 1 y 5 ejemplares, los cuales fueron polillas. En cambio, Coleoptera solo se presentó a los 58 días con un coleóptero.

**Figura 42**

*Entomofauna capturada con la red entomológica en el margen funcional*



En la investigación de Mascaró (2016), se evidencia que el uso de márgenes funcionales permite obtener mayor diversidad de fauna insectil, además aumenta los servicios ecosistémicos dentro y fuera del cultivo, por ello el autor encontró 5 órdenes, los cuales fueron: Coleoptera (74), Hemiptera (38), Hymenoptera (26), Diptera (22) y Lepidoptera (6), estos órdenes también fueron identificados en esta investigación, pero en poblaciones más bajas, esto se debe a que solo se realizó 3 muestreos en julio y agosto, mientras que el autor realizó 4 análisis en los meses de mayo y julio.

#### 4.5 INCIDENCIA DEL DAÑO DE PLAGAS

Por medio de la prueba LSD Fisher, en la variable incidencia de daños de plagas (tabla 12), se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los manejos y los días después de la siembra ( $F=1.07$ ;  $gl=40, 108$ ;  $p=0.3842$ ).

**Tabla 12**

*ADEVA de la incidencia de daños de las plagas en el cultivo de papa*

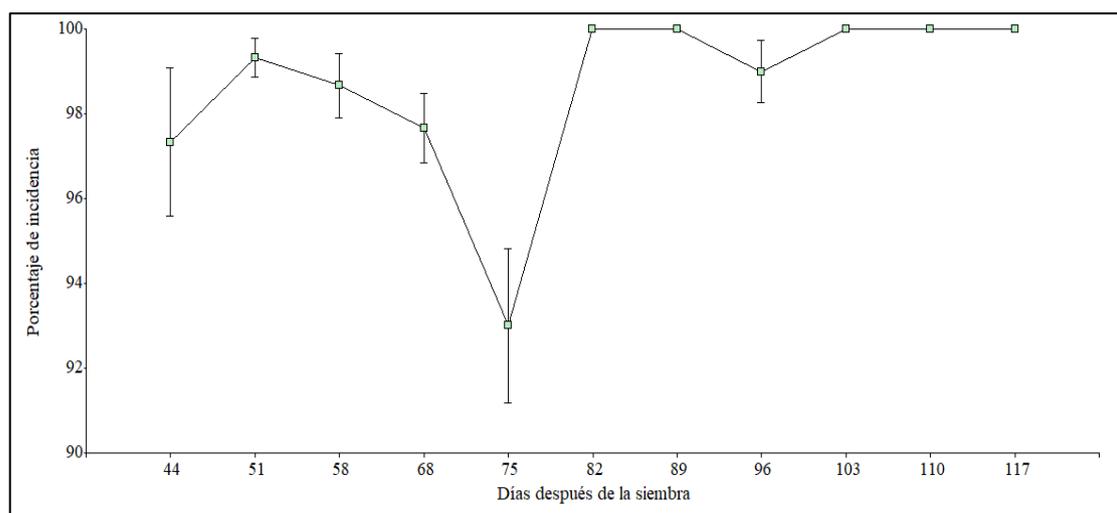
Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Dds	6.03	10	108	<0.0001
Manejo	1.48	4	108	0.2143
Dds:manejo	1.07	40	108	0.3842

En la figura 43, se refleja el porcentaje de incidencia en el ataque de plagas, en donde se evidencia que desde el día 44 hasta el 68 existió un rango del 97 y 99% de incidencia,

mientras que en el día 75 hubo un descenso del 4% en el ataque, debido a que se presentaron fuertes lluvias antes y durante el análisis, sin embargo a partir del día 82 este porcentaje vuelve ascender, denotando que la incidencia alcanza hasta el 100% de daños en las hojas muestreadas, las cuales presentaban daños de plagas como *P. vorax* H., *Epitrix* spp., *Liriomyza* spp., entre otras.

**Figura 43**

*Incidencia del daño de plagas en el cultivo de papa*



Gómez en su estudio (2018) demuestra que en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.), el neem fue el de menor ataque de plagas desde la primera etapa fenológica hasta el final del ciclo, ya que alcanzó un promedio de 1 y 6 Díptera, en cambio solo en el periodo de desarrollo encontró 3 ejemplares del orden Coleoptera y *Agrotys s.p.*, dando como resultado una baja incidencia de daños en este tratamiento, sin embargo dentro de esta investigación los resultados no coinciden con el autor, debido a que se obtuvo hasta un 100% de ataque en todos los manejos.

Mientras que para Gaibor y Guevara (2020), el uso de bioinsecticidas arrojó un 4% de eficacia en el control de plagas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), lo cual tiene cierta similitud con los resultados presentados, debido a que se evidenció un bajo porcentaje de control de daño.

#### **4.6 SEVERIDAD DEL DAÑO DE PLAGAS**

Con la prueba LSD Fisher la severidad del ataque de plagas en el cultivo, refleja que existe interacción (tabla 13) entre la etapa y el tipo de manejo ( $F=4.35$ ;  $gl=20$ , 3268;  $p < 0.0001$ ).

**Tabla 13**

*ADEVA de la severidad del ataque de plagas en el cultivo de papa*

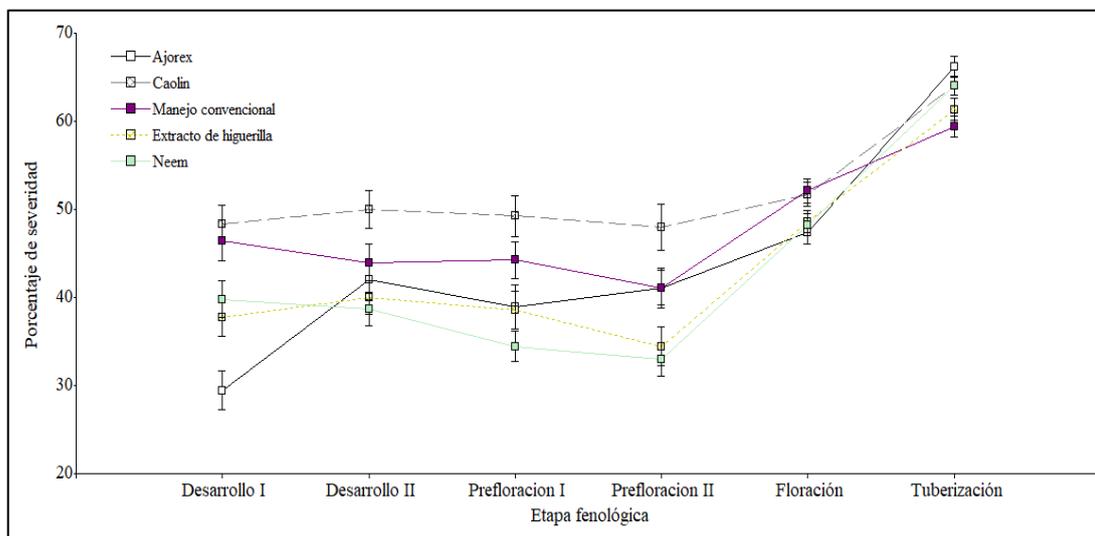
Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Etapa	157.85	5	3268	<0.0001
Manejo	12.93	4	3268	<0.0001
Etapa: manejo	4.35	20	3268	<0.0001

La figura 44, demuestra que conforme la planta va alcanzando la madurez fisiológica, la severidad del ataque de plagas es mayor, esto se debe a que conforme el cultivo va aumentando su área foliar se torna más atractiva para la fauna insectil, por esta razón dentro de las etapas de desarrollo (I y II) y prefloración (I y II) el daño llega hasta el 50%, puesto que el índice de área foliar es bajo.

Para lo cual, se evidencia que en el periodo de desarrollo I las plantas tratadas con caolín alcanzan un 48% de severidad, seguido del convencional con 2% menos, en tanto, en el neem y extracto de higuierilla se obtiene entre 40 y 38% de severidad, mientras que el ajo es el tratamiento con menor ataque al reportar un 29%.

**Figura 44**

*Severidad de daños de plagas según la etapa fenológica*



Dentro de desarrollo II el caolín asciende en un 2%, sin embargo, el convencional disminuye un 3% y el neem en 1% en comparación a la anterior etapa, por otro lado, el ajo y el extracto de higuierilla asciende en un 13% y 2% respectivamente.

En lo que respecta a prefloración I, se obtiene cierta similitud en los tratamientos con la fase que antecede, debido a que el caolín alcanza un 49%, luego se tiene al convencional con 44%, en tanto, higuierilla y ajo llegan a un 38% de hojas dañadas, dejando al neem con 34%.

De igual forma, en prefloración II el caolín (48%) es el manejo con mayor porcentaje de ataque, posteriormente en el convencional y ajo se obtiene un 41% de daño, en tanto en el extracto de higuierilla y neem se observa un 33 y 34%.

En floración se demuestra que entre los manejos existió una diferencia del 1%, al igual que en tuberización, a pesar de esto se evidencia que se alcanzan porcentajes de hasta el 66%, siendo el ajo el más alto y el convencional el de menor severidad.

Santillán (2021), en su estudio en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) indica que el extracto de higuierilla tiene eficiencia del 60 al 90% en el control de plagas como mosca blanca, mosca minador y *Empoasca*, mediante maceración acuosa, lo cual concuerdan con los datos obtenido en la presente, ya que el extracto de higuierilla fue el segundo tratamiento que tuvo mayor control de plagas.

#### 4.7 RENDIMIENTO

En la variable rendimiento se realizó el análisis de la varianza LSD Fisher, en donde se evidencia que existe interacción (tabla 14) entre el tipo de manejo y la categoría de clasificación de los tubérculos ( $F=3.16$ ;  $gl=8, 28$ ;  $p=0.0112$ ).

**Tabla 14**

*ADEVA del rendimiento del cultivo de papa*

Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Manejo	0.14	4	28	0.9670
Categoría	11.56	2	28	0.0002
manejo:categoría	3.16	8	28	0.0112

El rendimiento (figura 45) del cultivo en el manejo convencional alcanzó una media de 8555 kg/ha, de los cuales el 67% fueron primera categoría, el 29% de segunda y el 4% de tercera, mientras que el extracto de higuierilla alcanzó alrededor de 7686 kg/ha, siendo el 25% de primera, 49% de segunda y 26% de tercera.

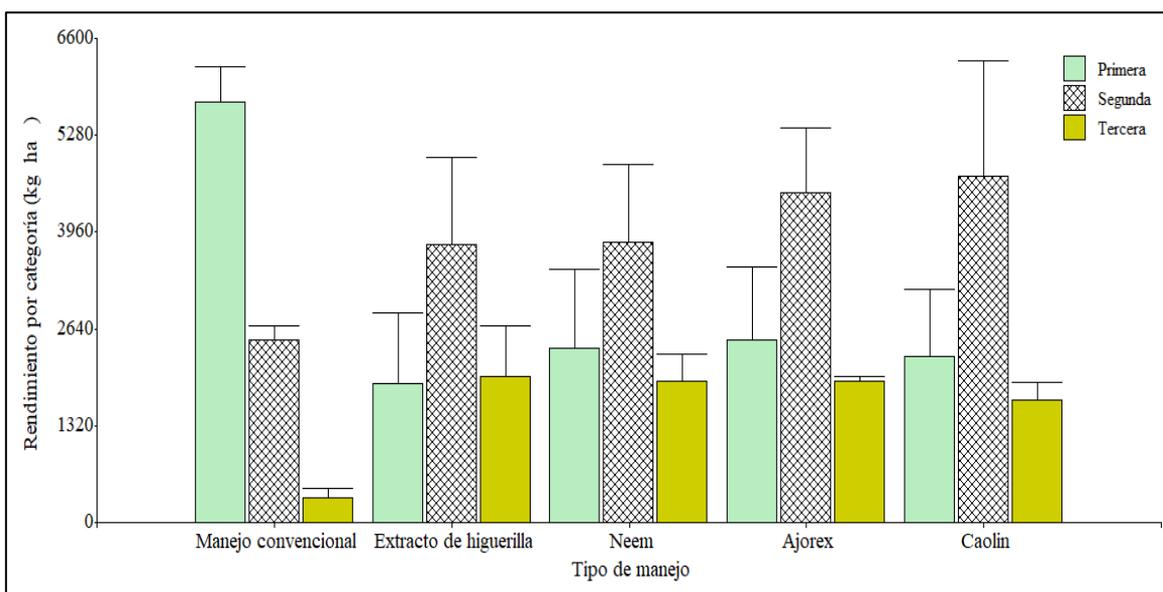
En tanto, en el neem se consiguió un promedio de 8119 kg/ha, en donde existió un porcentaje del 47% de papas de segunda, seguido de 29% de primera y 24% de tercera. En

cambio, el ajo es el manejo con mayor promedio de tubérculos cosechados, debido a que se obtuvo 8920 kg/ha, destacando las de segunda con 50%, mientras que las de primera y segunda llegan a 28 y 22% respectivamente, superando al convencional con un 2%.

Finalmente, el caolín reportó 8704 kg/ha, de los cuales el 55% son de segunda, luego están las de primera con 26% y de tercera con 19%, siendo este el segundo manejo con mayor productividad.

**Figura 45**

*Rendimiento del cultivo de papa por manejo y categoría en kg/ha*



En el estudio de Basantes et al. (2020), se refleja que dentro de la provincia de Imbabura los pequeños productores alcanzan rendimientos de 22730 kg/ha, lo cual no coincide con los datos presentados, ya que en comparación con los datos expuestos se obtuvo entre 7687 y 8920 kg/ha, lo que indica que existió un 46% menos de producción, esto se debe a que en todos los manejos existió incidencia de PM, la cual disminuye el rendimiento.

Monteros et al. (2021), indican que al existir síntomas severos de PM la producción se ve afectada hasta un 54% en la variedad superchola, lo cual tiene cierta similitud con la presente investigación ya que se obtuvo hasta un 100% de incidencia de la enfermedad desde la etapa de tuberización, provocando una reducción significativa en el rendimiento.

#### 4.8 ANÁLISIS DEL MANCHADO DEL TUBÉRCULO

Mediante el análisis de varianza LSD Fisher, en el daño del tubérculo se indica que existe interacción (tabla 15) entre el manejo y el daño del tubérculo ( $F=3.15$ ;  $gl=4, 18$ ;  $p=0.0395$ ).

**Tabla 15**

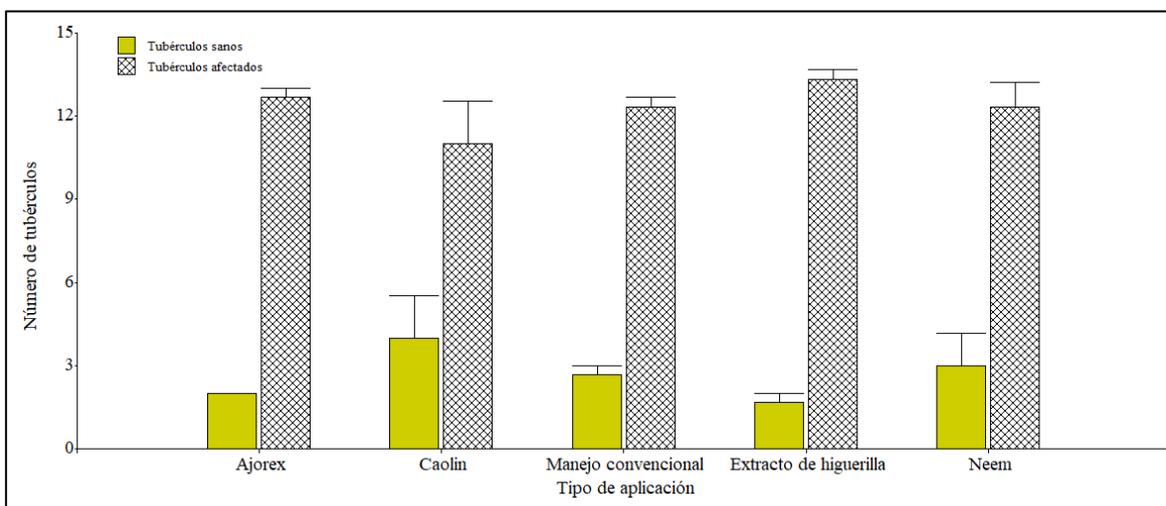
*ADEVA sobre el manchado del tubérculo*

Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Manejo	0.16	4	18	0.9582
Tubérculo	2096.15	1	18	<0.0001
Manejo: tubérculo	3.15	4	18	0.0395

En el análisis de daño de la papa (figura 46) se puede evidenciar que en los cinco manejos se alcanza un rango de 11 a 13 tubérculos con el fitoplasma o la bacteria, siendo caolín el de menor afección con 73%, seguido del neem con 80%, convencional con 82%, ajo con 86% y el extracto de higuera el mayor con 89%.

**Figura 46**

*Manchado del tubérculo*



Rubio et al. (2011), en su análisis obtienen como resultado que a medida que incrementa la población de *B. cockerelli* S. infectada con *C. liberibacter*, el manchado del tubérculo también aumenta en un rango de 36 a 58%, sin embargo, en esta investigación se alcanzó hasta un 89% de afección, debido a que la población del psílido en las últimas etapas aumentó significativamente, generando un mayor número de tubérculos con el manchado característico.

Melgoza et al. (2018) por su parte, explican que al obtener 100 oviposturas, ninfas y adultos de *B. cockerelli* S., se alcanza un 40.3% de tubérculos con *Candidatus Liberibacter solanacearum*, lo cual tiene cierta similitud con este estudio, ya que el número de especímenes de la plaga fue relativo con el número de tubérculos afectados, denotando que a mayor índice poblacional con el fitoplasma, mayor manchado.

#### 4.9 EVALUACIÓN DE LA FRITURA DE PAPA

El análisis de la prueba LSD Fisher (tabla 16) refleja que, entre el tipo de manejo y el número de rodajas afectadas, sí existe interacción ( $F=3.27$ ;  $gl=4, 18$ ;  $p=0.0351$ ).

**Tabla 16**

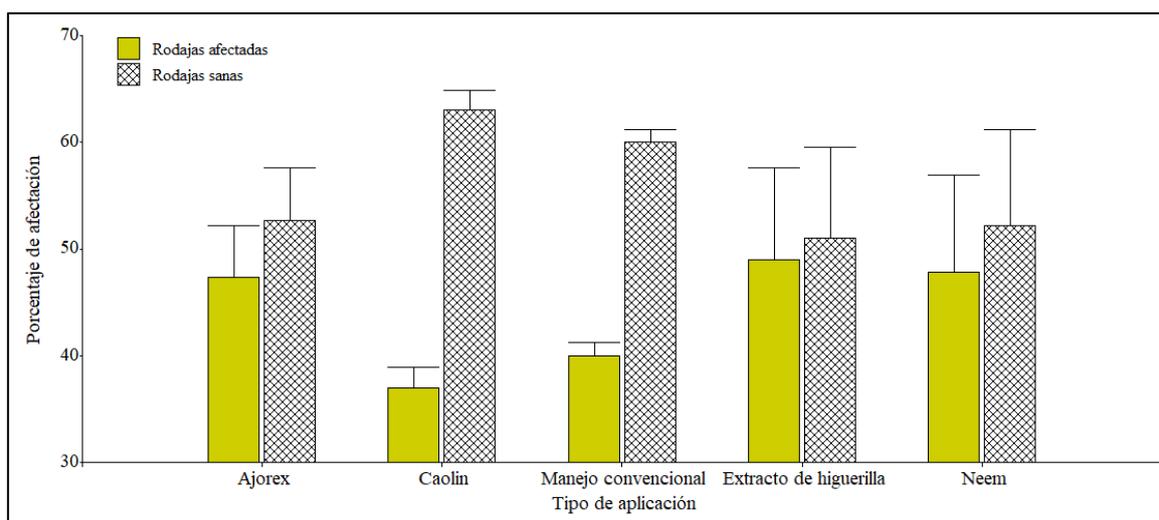
*ADEVA sobre la evaluación de la fritura*

Fuentes de variación	F	Gl-Fv	Gl-Ex	p
Manejo	0.00	4	18	>0.9999
Tubérculo	220.27	1	18	<0.0001
Manejo: tubérculo	3.27	4	18	0.0351

En la figura 47, se evidencia que existió un mayor porcentaje de rodajas sanas en el caolín y convencional, ya que se alcanza un 63 y 60%, mientras que los manejos con ajo, extracto de higuera y neem se encuentran en un rango de 53 y 51%.

**Figura 47**

*Evaluación de la fritura de papa*



Por lo tanto, dentro de esta variable se puede evidenciar que, en comparación con el daño del tubérculo existió menor afección cuando las rodajas se encontraban en fritura, esto

según Vázquez-Carrillo et al. (2018) los tubérculos con 0.2 y 0.7% de acumulación de azúcares reductores, va a provocar el obscurecimiento de las rodajas, por ello se infiere que más del 50% de las rodajas sanas tenían un rango de sacarosa menor al establecido por el autor.

Por su parte Harrison et al. (2019) mediante una escala de afección obtuvieron que el 21% de las frituras no se encontraban infestados por la bacteria, debido a que visualmente tenían una coloración amarillenta, sin embargo, esta investigación se evidenció más del 60% de rodajas sanas, se deduce que esto fue por la aplicación de los productos, los cuales ayudaron que los tubérculos no tengan una alta acumulación de azúcares, lo cual es un síntoma de la bacteria, una vez que se encuentra dentro del sistema de la planta.

#### 4.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

El costo de producción por hectárea del cultivo de papa (tabla 17) oscila entre 3394 y 3107 USD, siendo el caolín (anexo E) el de mayores egresos y la higuierilla la menor (anexo B), sin embargo, se puede evidenciar que en la utilidad neta, se obtuvo valores negativos en los cinco manejos (anexo A, C, D), esto se debe a que el rendimiento fue relativamente bajo, ya que se obtuvo un rango de 8.92 y 7.69 toneladas por hectárea, entre papas de primera, segunda y tercera, provocando que los egresos sean mayores a los ingresos, dando un beneficio costo menor a 1 dentro de los cinco tratamientos, lo que nos indica que dentro de los cinco tratamientos existió pérdida, pero el tratamiento en el que menos se pierde es el extracto de higuierilla con un valor de 0.67.

**Tabla 17**

*Análisis económico por hectárea en la producción de papa por tratamiento*

Manejos	Ingresos (USD)	Cosecha (ton)	Egresos (USD)	Utilidad neta (USD)	Beneficio Costo
Manejo convencional	2623	8.56	3263	-640	0,80
Extracto de higuierilla	2067	7.69	3107	-1040	0,67
Neem	2216	8.12	3252	-1036	0,68
Ajo	2435	8.92	3115	-680	0,78
Caolín	2374	8.70	3394	-1021	0,70

Vega (2019) y Basantes et al. (2020) plantean que los costos de producción van desde los 3330 USD/ha en Chimborazo hasta los 3563 USD/ha en Imbabura, de los cuales el mayor gasto es en mano de obra. Del mismo modo, Albuja et al. (2020) indican que en Imbabura los pequeños productores mantienen gastos de 3563 USD/ha e ingresos de 5010 USD/ha, generando un beneficio costo de 1.41, lo que indica una ganancia de 0.41 ctvs. por cada

dólar invertido, sin embargo, dentro de esta investigación a pesar de que los cinco tratamientos se ajustan al rango de egresos planteados por los autores, los ingresos en cambio son bajos, a causa de que el rendimiento obtenido fue menor a 10 ton/ha, debido al ataque de *B. cockerelli* S., el cual según Rubio et al. (2013) disminuye la producción del 10 al 100%, ya que este insecto causa la enfermedad de la punta morada, la misma que dentro de esta investigación alcanzó hasta un 98% de severidad, generando una producción relativamente baja y beneficio costo desfavorable.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Con la aplicación de los extractos acuosos existió mortalidad de ninfas y adultos de *B. cockerelli* S. hasta el inicio de la floración, mientras que tuberización se sobre paso el umbral de daños.
- La incidencia de la enfermedad de la punta morada fue relativo al número de adultos y ninfas, ya que hasta el inicio de la floración no se sobrepasó el 20% de afección, mientras que, en los muestreos posteriores existió entre 60 y 100% de incidencia en los extractos, esto se debe a que en estas etapas la población de *B. cockerelli* S. fue alta.
- En todos los manejos la entomofauna se centró dentro de 9 órdenes, los cuales fueron: Diptera, Thysanoptera, Heminoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Odonata, Neuroptera y Aracneae, de las cuales destacaron los dípteras y tisanópteros.
- El rendimiento se redujo en un 46%, debido al ataque de la enfermedad de la punta morada, sin embargo, se evidenció que dentro del manejo con extractos existió un mayor porcentaje de tubérculos de segunda categoría, mientras que en el manejo convencional superaron los de primera, a pesar de esto el extracto de ajo superó al manejo convencional en un 2% en la producción total.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar pruebas de fitotoxicidad de dosis más altas de los extractos en las últimas etapas del cultivo, para un mayor control de la plaga.
- Llevar a cabo ensayos de diferentes metodologías de preparación del extracto de higuera.
- Ejecutar experimentos de los extractos en plagas como gusano blanco, mosca blanca y polilla.
- Analizar el agente causal del daño del tubérculo causado por punta morada.

## REFERENCIAS

- Abdullah, N. (2008). Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research*, 3(1), 60-67.
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2013). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Papa Resolución DAJ-2013453-0201.0173*. [Archivo PDF]. [https://www.agrocalidad.gob.ec/?page\\_id=41271](https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=41271)
- Albuja, L., Basantes, T. & Aragón, J. (2020). Análisis económico de cultivos andinos presentes en las provincias de Imbabura y Carchi-Ecuador. *Revista Argentina de Economía Agraria (RAEA)*, 21(1), 43-60.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Avilés, J. & Piedra, R. (2016). *Manual del cultivo de papa en Costa Rica (Solanum tuberosum L.)*. INTA.
- Barreto, B. (2018). *Evaluación del efecto bioinsecticida de tres extractos orgánicos para el control de pulgón (Brevicoryne brassicae L.) en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) distrito de Chuquibambilla-provincia de Grau*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/695>
- Barrios, B., Arellano, M., Vázquez, G., Barrios, J., Berdeja, R. & Hernández, M. (2016). Control alternativo de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en chile serrano (*Capsicum annuum* L.). *Entomología mexicana*, 3, 146-152.
- Basantes, T., Aragón, J., Albuja, L. & Vázquez, L. (2020). Diagnóstico de los costos, rendimiento de producción y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador, año 2019. *e-Agronegocios*, 6(2), 103-120.
- Bordones, A., DeGracia, N., Díaz, D., Rodríguez, R. & Chen, A. (2018). Comparación de la efectividad en la protección de cultivos de tomates con insecticidas orgánicos a base de: ajo (*Allium sativum*) y Nim (*Azadirachta indica*). *Revista de iniciación científica (RIC)*, 4, 39-42.
- Bruckhardt, D. & Lauterer, P. (1997). A taxonomic reassessment of the trioziid genus *Bactericera* (Hemiptera: Psylloidea). *Journal of Natural History*, 31, 99-152.

- Buchman, J., Sengoda, V. & Munyaneza, J. (2011). Vector transmission efficiency of *Liberibacter* by *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: triozidae) in zebra chip potato disease: effects of psyllid life stage and inoculation access period. *Arthropods in relation to plant disease*, 104(5), 1486-1495.
- Bujanos, R. & Ramos, C. (2015). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): *ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA*. OIRSA.
- Butler, C. & Trumble, J. (2012). The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 5(2), 87-111.
- Butler, C., Byrne, F., Keremane, M., Lee, R. & Trumble, J. (2011). Effects of insecticides on behavior of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and transmission of *Candidatus Liberibacter psyllourous*. *Horticultural entomology*, 104(2), 586-594.
- Castillo, C. (2019). *Bactericera cockerelli* un problema actual y *Candidatus Liberibacter solanacearum* una amenaza. VII Congreso Ecuatoriano de la papa (p. 150). IDEAZ.
- Celis, A., Mendoza, C. & Pachón, M. E. (2009). Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. *Temas Agrarios*, 14(1), 5-16.
- Chávez, E., Hernández, O., Ochoa, Y., Landeros, J., Aguirre, L. & Hernández, A. (2018). Morfometría de inmaduros y tablas de vida de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) de poblaciones del noreste de México. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 53-60.
- Chiej, R. (1990). *Guía de plantas medicinales*. Grijaldo.
- Córdoba, V. (2019). *Control de la Bactericera cockerelli (paratrioza) en el cultivo de papa mediante el monitoreo en campo en el Cantón Montufar, Provincia del Carchi* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].  
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6458>
- Cortez, R. & Hurtado, G. (2002). *Guía técnica cultivo de papa*. CENTA.
- Crawford, D. (1911). American Psyllidae III (Trioziinae). *Pomona Journal of Entomology*, 3, 422-453.

- Crisanto, K. & Ayquipa, G. (2013). Efecto del extracto etanólico de semillas de *Ricinus communis* L. sobre adultos de *Bemisia tabaci* GENN., en condiciones de laboratorio. *Sangasteguiana*, 1(1), 11-18.
- Cuaspu, S. (2021). *Evaluación del uso de trampa de barrido en la captura de adultos de Bactericera cockerelli, antes y después de un control químico en lotes comerciales, de papa localizados en el Cantón Montúfar, provincia del Carchi* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].  
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1018>
- Cuestas, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J. & Castillo, C. (2018). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. INIAP.
- Cuestas, X., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Racines, M. & Castillo, C. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. Manual Técnico No 104. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Davidson, M., Teulo, D., Scott, I., & Workman, P. (2008). A review of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*), a new pest of potato in New Zeland, *Crop & Food. Research Confidential Report*, 2231, 14-20.
- Delgado, J., Beltrán, M., Aguirre, L., Landero, J., Rodríguez, Y. & Ochoa, Y. (2019). *Candidatus liberibacter solanacearum* patógeno vascular de solanáceas: diagnóstico y control . *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22, 1-12.
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A. & Flores, R. (2010). *El sector de la papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. CIP.
- Díaz, B., Garzo, E., Duque, M., González, P. & Fereres, A. (2002). Partículas de caolín: efecto sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner. *Boletín de sanidad vegetal*, 28, 177-183.
- Domínguez, J. M. (2019). Competitividad del sector papa en el Ecuador. In R. M. Rivadeneira J., *VII Congreso Ecuatoriano de la papa "Soberanía alimentaria y Nutrición"* (p. 75). IDEAZ.
- Elisante, F., Ndakidemi, P., Arnold, S., Belmain, S., Gurr, G., Darbshire, I., Xie, G., Tumbo, J. & Stevenson, P. (2019). Enhancing knowledge among smallholders on pollinators and supporting field margins for sustainable food security. *Journal of Rural Studies*, 70, 75-86.

- Escoto, T., Uribe, A., Díaz, S. & García, P. (2016). Evaluación del rendimiento de extractos de hojas de *Ricinus communis* L. *Conciencia Tecnológica*, 52, 12-18.
- Esparza, G., López, J., Villanueva, J., Osorio, F., Otero, G. & Camacho, E. (2010). Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44 (7), 821-833.
- Flores, M., González, R., Guerrero, E., Mendoza, R., Cárdenas, A., Cerna, E. & Aguirre, L. (2011). Insecticidal effect of plant extracts on *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) nymphs. *Southwestern Entomologist*, 36(2), 137-144.
- Gaibor, R. & Guevara, C. (2020). *Manejo agroecológico del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays) en época seca en la zona de Mocache* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6049>
- García, R., Machado, L., Piñón, D., Gómez, A. & Ventura, M. (2015). Diagnóstico fitosanitario y recomendaciones de manejo agroecológico de plagas en comunas de las provincias de Guayas y Santa Elena. *Cumbre*, 1(1), 17-22.
- García, V., Soto, A. & Bacca, T. (2014). Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera:Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 143-147.
- Gómez, A. (2018). *Evaluación de insecticidas bioracionales como estrategia MIP para controlar plagas del chocho (Lupinus mutabilis), parroquia Aláquez, barrio Colayapamba, cantón Latacunga, Cotopaxi*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5709>
- González-Chang, M., Tiwari, S., Sharma, S. & Wratten, S. (2019). Habitat management for pest management: limitations and prospects. *Annals of Entomological Society of America*, 112(4), 302-317.
- Granados, C. (2010). *Alternativas bioracionales para el control de paratrioza Bactericera cockerelli sulzer (Hemiptera:Psyllidae) en laboratorio* [Tesis de Maestría en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de investigación para el desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca].  
[http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER\\_CIIDIROAX/13](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/13)
- Guédot, C., Horto, D. & Landolt, P. (2010). Sex attraction in *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Environ Entomol*, 39(4), 1302-1308.

- Guevara, L., Andrio, E., Cervantes, F., Rodríguez, D. & Robles, R. (2015). Efecto biocida de extracto etanólico de higuerilla (*Ricinius communis* L) y lantana (*Lantana camara* L) sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate. *Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 2(3), 428-434.
- Gurr, G., Wratten, S., Landis, D. & You, M. (2016). Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. *Reviews in Advance*, 62, 91-109.
- Harrison, K., Tamborindeguy, C., Scheuring, D., Mendoza, A., Silva, A., Badillo-Vargas, I., Miler, J. & Levy, J. (2019). Differences in Zebra Chip severity between *Candidatus Liberibacter Solanacearum* haplotypes in Texas. *American Journal of Potato Research*, 96(1), 86-93.
- Hernández, J. (2019). *Identificación de Bactericera cockerelli* Sulc en el cultivo de papa parroquia Santa Martha de Cuba, cantón Tulcán, Provincia del Carchi [Tesis de grado, Universidad de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7191>
- Hernández, V., Salas, M., Frías, G., Aguirre, L., Flores, A. & Almeyda, I. (2018). Importancia de la semilla-tubérculo y la arvense *Lycium berlandieri* (Dunal) para la epidemia de punta morada/zebra chip de la papa. *Bio Ciencia*, 8, 1-21.
- Huamanrayme, G., Mamani, C., Curo, J., & Yabar, E. (2020). Diversity and abundance of insects in potato crop captured using color traps in Cuso, Perú. *The biologist*, 18(2), 277-285.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2021). *Encuestas de superficie y producción agropecuaria continua 2020*. [Archivo PDF]. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)
- Instituto Nacional de Investigación Agraria [INIA]. (2002). *Papa compendio de información técnica*. INIA.
- Jiménez, E. (2009). *Métodos de control de plagas*. Universidad Nacional Agraria.
- Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria. (2017). *Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. Oficio No. SAN-2017-0324*. [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Sanidad%20Agropecuaria.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Sanidad%20Agropecuaria.pdf)

- Licona, V. (2009). *Problemática parasitaria en tomate y papa* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1152>
- López, C., Pedraza, M. & Vaquez, S. (2018). Extractos botánicos con potencial insecticida: *Lophophora williamsii*. *Jóvenes de la ciencia revista de divulgación científica*, 4(1), 728-732.
- López, L. (2017). *Manual técnico del cultivo de tomate Solanum lycopersicum*. INTA.
- López, M. (2009). *Efectividad biológica de insecticidas contra el psílido de la papa (Bactericera cockerelli Sulc.) en Metepec, Edo de México y transmisión de bacterias no cultivadas asociadas a enfermedades de papa (Solanum tuberosum L.)* [Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas].  
<https://catalogo.colpos.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=56510>
- Lozano, J., Salas, J., España, M., Lara, A., Balleza, J. & Matínez, C. (2018). Entomofauna asociada a seis tipos de chile (*Capsicum annum* L) en Morelos, Zacatecas, México. *Entomología mexicana*, 5, 95-99.
- Lui, D. & Trumble, J. (2007). Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomol*, 123, 35-42.
- Luna, A., Lomeli, R., Rodríguez, E., Ortega, L. & Huerta, A. (2011). Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 27(3), 509-526.
- Maresch, O. & Medenbach, W. (1990). *Rocas (Guías de Naturaleza Blume*. Naturart, S.A.
- Marín, A. (2015). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Tauro.
- Marín, J., Garzón, T., Becerra, F., Mejía, C., Bujanos, M. & Byrely, M. (1995). Ciclo biológico y morfológico del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad permanente del jitomate en el Bajío. *Catie Manejo Integrado de Plagas*, 7(38), 25-32.
- Márquez, J. (2021). *Boletín técnico encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, 2020 ESPAC*.  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf)

- Mascaró, O. (2016). *Valor funcional de la vegetación de los márgenes de campos de cereales situados en áreas boscosas* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Catalunya Barcelona TECH]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/110909>
- Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., Haro, F., Rivadeneira, J., Monteros, C. & Cuesta, X. (2016). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador*. (2016). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador*. INIAP
- Mejía, A. (2020). *Ficha técnica de ajorex insecticida acaricida repelente orgánico* [Archivo PDF].  
<https://alexismejia.com/wp-content/uploads/2020/01/FICHATECNICAAJOREX.pdf>
- Melgoza, C., León, C., López, J., Hernández, L., Velarde, S. & Garzón, J. (2018). Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en *Bactericera cockerelli* Sulc asociada con enfermedades en tomate, chile y papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), 499-509.
- Merino, J. & Orrego, P. (2020). *Beneficio del biopesticida a base de Neem, en el manejo de plaga mosquilla y gusano cogollero en protección al ambiente*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51668>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2019). *Guía para identificar la punta morada en papa*.  
<https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/papa/Guia%20Punta%20Morada.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [MAGAP]. (2010). *SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de la Paratrypana (Bactericera cockerelli Sulc.)*  
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>
- Mkenda, P., Ndakidemi, P., Stevenson, P., Arnold, S., Belmain, S., Chidege, M. & Gurr, G. (2019). Field margin vegetation in tropical African bean systems harbours diverse natural enemies for biological pest control in adjacent crops. *Sustainability MDPI*, 11(22), 6399.
- Montaldo, A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. IICA.
- Monteros, C., Reinoso, I. & Villacrés, E. (2010). *Papas nativas rescatando nuestra biodiversidad*. INIAP.
- Monteros, C., Velásquez, J., Araujo, A., Ney, P. & Cuestas, X. (2021). *Evaluación del efecto de punta morada de la papa sobre el comportamiento agronómico y la*

- transmisión de síntomas por tubérculo-semilla en la var. Superchola* [congreso]. IX Congreso Ecuatoriano de la papa Agrodiversidad y nutrición. Cotopaxi, Ecuador.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5741>
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., Taibe, A., Espinoza, S. & Andrade, J. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. Mariscal.
- Moreira, D. & Castro, C. (2016). *Prácticas agroecológicas en la producción de hortalizas y vegetales*. EUROCLIMA-IICA.
- NovaSource. (2017). *Ficha técnica Surround WP*. [Archivo PDF].  
<https://es.scribd.com/document/358457581/Ficha-Tecnica-Surround-Wp>
- Olovanca, G. (2020). *Evaluación de extractos vegetales de zorroyuyo (Tagetes zypaquirensis) higerilla (Ricinus communis) para el control in vitro de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31552>
- Olso, D. & Wäckers, F. (2007). Management of field margins to maximize ecological services. *Journal of Applied Ecology*, 44, 13-21.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2008). *Año internacional d el papa*. [BLOG].  
<http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/index.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. IPES.
- Otiniano, R. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Asociación Pataz.
- Padilla, M., Echeverría, L. & Mora, F. (2010). *SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de la Paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.)* [Archivo PDF].  
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>
- Peng, L., Trumble, J., Munyaneza, J. & Tong-Xian, L. (2011). Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. *Pest Management Science*, 67(7), 815-824.

- Puma, B. (2021). *Evaluación de la dinámica poblacional de Bactericera cockerelli Sulc en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en el cantón Cotacachi*. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11571>
- Pumisacho, M. & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. INIAP-CIP.
- Punina, E. (2013). *Evaluación agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) C.V. "Fripapa" a la aplicación de tres abonos completos* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6532>
- Ramírez, M., Santamarina, C., Mendez, J., Rios, J., Hernández, J. & Mendez, P. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) (Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Chapingo Serie Zonas Aridas*, 76, 47-56.
- Rodríguez-Palma, E., Aragón, A., Aragón, M., Pérez, B. & López, J. (2017). Efecto del extracto vegetal de higuera (*Ricinus communis* L., 1753) sobre larvas del depredador natural *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera:Chrysopidae). *Entomología mexicana*, 4, 73-78.
- Rubio, O., Almeyda, I., Cadena, M. & Lobato, R. (2011). Relación entre *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter psyllaurosus* en lotes comerciales de papa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(1), 17-28.
- Rubio, O., Almeyda, I., Moreno, J., Sánchez, J., Fernández, R., Borbón, J., Díaz, C., Garzón, J., Rocha, R. & Cadena, M. (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*, 32(2), 201-211.
- Rubio, O., Cadena, M. & Vázquez, G. (2013). *Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México*. INIFAP-CIRCE.
- Ruiz, F., Veliz, K., Solís, L. & Celi, A. (2021). Identificación de la entomofauna presente en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el sector Lodana del cantón Santa Ana, Ecuador. *Manglar*, 18(4), 397-402.
- Sabillón, A. & Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *CEIBA*, 36(2), 179-187.
- Sandaña, P. (2016). *Estrategias de riego en papa para la zona sur de Chile*. Retrieved from [BLOG]. <https://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=65>

- Santillán, T. (2021). *Evaluación del control del lorito verde (Empoasca fabae L.) con el uso de extracto de higuerilla (Ricinus communis L.) en el cultivo de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) en la granja experimental "La Pradera"*. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11417>
- Saxena, L. (1996). *Manual de insecticidas, fungicidas y fitofortificantes ecológicos*. Ecotenda.
- Servicio Agrícola y Ganadero [SAG]. (2021). *Ficha técnica de Neem-X*. Retrieved from [Archivo PDF]. [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/neem-x\\_12-05-2021.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/neem-x_12-05-2021.pdf)
- Teulon, D., Workman, P. & Nielsen, M. (2009). *Bactericera cockerelli*: incursion, dispersal, and current distribution on vegetable crops in New Zealand. *New Zealand Plant Prot*, 62, 136-144.
- Van Der Zaag, D. (1976). Potato production and utilization in the world. *Potato Research*, 19, 37-72.
- Vargas, R. (2021). *Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre la dinámica poblacional de Bactericera cockerelli en el cultivo de papa* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23138>
- Vásquez, L. & Fernández, E. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos*. CIDISAV.
- Vázquez-Carrillo, M., Santiago-Ramos, D. & Rubio-Covarrubias, O. (2018). Genotype-environment interaction on tuber and chip quality of potato genotypes grown in Central México. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 10(2), 77-89.
- Vega, J. (2010). *Determinación de alimentación y preferencia de Tamarixia triozae (Burks) (Hemiptera:Eulophidae) sobre estadíos de Bactericera cockerelli (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae)* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3579>
- Vega, J. (2019). Determinación de los costos de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la provincia de Chimborazo. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/03/produccion-cultivo-papa.html>.

- Vera, G., Reinoso, I., Trognitz, B., Guevara, G., Ramón, P., Taípe, A., Castillo, C., Carrera, E., Rivadeneira, J. & Cuestas, H. (2007). *Ficha técnica de la variedad de papa INIAP-Estela*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3268>
- Viera, W., Viteri, P., Martínez, A., Castillo, C. & Peñaherrera, D. (2021). *Guía para el conocimiento de la punta morada del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.)*. Boletín divulgativo No449. INIAP.
- Vignola, R., Watler, W., Vargas, A. & Morales, M. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por evento climático en el cultivo de papa en Costa Rica*. INTA-MAGAP.
- Villamil, D., Naranjo, N., & Van, M. (2012). Efecto insecticida del extracto de semillas de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Colloria scenica* Stal (Hemiptera: Miridae). *Entomobrasilis*, 5(2), 125-129.
- Walker, G., MacDonald, F., Puketapu, A., Wright, P., Connolly, P. & Anderson, J. (2013). A field trial to assess action thresholds for management of *Bactericera cockerelli* in main crop processing potatoes at Pukekohe. *New Zealand plant Protection*, 66, 349-355.
- Yanggen, D., Crissman, C. & Espinosa, P. (2003). *Los plaguicidas: Impacto en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. Abya-Yala.
- Yuen, J. & Forbes, G. (2009). Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato geotypes. *Phytopathology*, 99, 783-786.

## ANEXOS

### Anexo A

#### Costos de producción por hectárea del manejo convencional

ACTIVIDAD	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN (%)	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>							
Preparación del terreno	Tractor	horas	9	12,50	112,50	42	
	Yunta: Surcado	horas	4	3,75	15		
Siembra	Siembra y abonado	jornal	10	10	100		
	Semilla (superchola)	kg	1400	0,18	252		
Labores culturales	Riego	jornal	5	12	60		
	Deshierba y abonado	jornal	10	12	120		
	Aporque	jornal	12	12	144		
	Controles fitosanitarios	jornal	11	12	132		
Cosecha	Yunta: Remoción del suelo	horas	6	3,75	22,50		
	Recolecta manual	jornal	20	12	240		
	Clasificación	jornal	10	12	120		
	Sacos	unidad	330	0,20	66		
<b>Subtotal</b>					<b>1384,00</b>		
Fertilización	18-46-0 (Siembra)	kg	650	25,80	335,40		24
	Muriato de Potasio (Siembra)	kg	100	45,3	90,60		
	Yara complex (Siembra)	kg	100	43,40	86,80		
	Yara rafos (2do abonado)	kg	100	32,45	64,90		
	Sulfomag (2do abonado)	kg	150	29,95	89,85		
	Glass (Desarrollo radicular)	ml	500	12,86	6,43		
	Silpot (Fortalecimiento de tejidos)	ml	300	8,40	2,52		
	Farmaverdol (Crecimiento y desarrollo)	l	1	12,39	12,39		
	K2O-P2O5 (Desarrollo)	l	7	8,40	58,80		
Fertilon (Engrose)	kg	4	5,50	22			
<b>Subtotal</b>					<b>769,69</b>		
Control Fitosanitario	Sulfato de Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina (Bactericida)	g	450	16	48	5	
	Azoxistrobina (Fungicida para tizón)	ml	1000	27	27		
	Propineb + Fluopicolide (Lancha)	g	1500	8,30	13,83		
	Ácido oxalínico (Fungicida-Bactericida)	g	400	31,90	63,80		
	Regulador de pH	ml	300	1	3		
Adherente	ml	300	1	3			
<b>Subtotal</b>					<b>158,63</b>		
Insecticidas	Acephate	g	150	2,05	3,08	7	
	Acetamiprid-Piriproxifen-solvente naphtha	ml	200	17,30	17,30		
	Hexythiazox	g	320	4,40	14,08		
	Lambdacialotrina y Thiamethoxam	ml	750	69,80	52,35		
	Sulfoxaflor	ml	600	19,95	59,85		
	Thiacloprid + Spirotetramat	ml	400	15,45	41,20		
Fipronil	ml	400	12,85	25,70			
<b>Subtotal</b>					<b>213,56</b>		
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2525,88</b>	<b>77</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>							
Arriendo terreno		ha	1	200	200	23	
Interes credito (5%)					126,29		
Asistencia técnica (INIAP)				400	400		
Depreciación					10,73		
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>737,03</b>		
<b>TOTAL CD Y CI</b>					<b>3262,91</b>	<b>100</b>	
<b>RENDIMIENTO</b>							
CATEGORIA		CANTIDAD (kg)	CANTIDAD (Quintal)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	UTILIDAD NETA	
Primera		5736	126	15	1893	-640,38	
Segunda		2482	55	12	655		
Tercera		337	7	10	74		
<b>TOTAL</b>		<b>8555</b>	<b>188</b>		<b>2623</b>		
<b>BENEFICIO/COSTO</b>						<b>0,80</b>	

**Anexo B**

*Costo de producción por hectárea del extracto de higuera*

ACTIVIDAD	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN (%)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
Preparación del terreno	Tractor	horas	9	12,50	112,50	44
	Yunta: Surcado	horas	4	3,75	15	
Siembra	Siembra y abonado	jornal	10	10	100	
	Semilla (superchola)	kg	1400	0,18	252	
Labores culturales	Riego	jornal	5	12	60	
	Deshierba y abonado	jornal	10	12	120	
	Aporque	jornal	12	12	144	
	Controles fitosanitarios	jornal	11	12	132	
Cosecha	Yunta: Remoción del suelo	horas	6	3,75	22,50	
	Recolecta manual	jornal	20	12	240	
	Clasificación	jornal	10	12	120	
	Sacos	unidad	305	0,20	61	
<b>Subtotal</b>					<b>1379,00</b>	
Fertilización	18-46-0 (Siembra)	kg	650	25,80	335,40	25
	Muriato de Potasio (Siembra)	kg	100	45,3	90,60	
	Yara complex (Siembra)	kg	100	43,40	86,80	
	Yara rafos (2do abonado)	kg	100	32,45	64,90	
	Sulfomag (2do abonado)	kg	150	29,95	89,85	
	Glass (Desarrollo radicular)	ml	500	12,86	6,43	
	Silpot (Fortalecimiento de tejidos)	ml	300	8,40	2,52	
	Farmaverdol (Crecimiento y desarrollo)	l	1	12,39	12,39	
	K2O-P2O5 (Desarrollo)	l	7	8,40	58,80	
Fertilon (Engrose)	kg	4	5,50	22,00		
<b>Subtotal</b>					<b>769,69</b>	
Control Fitosanitario	Sulfato de Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina (Bactericida)	g	450	16	48	5
	Azoxistrobina (Fungicida para tizón)	ml	1000	27	27	
	Propineb + Fluopicolide (Lancha)	g	1500	8,30	13,83	
	Ácido oxolínico (Fungicida-Bactericida)	g	400	31,90	63,80	
	Regulador de pH	ml	300	1	3	
Adherente	ml	300	1	3		
<b>Subtotal</b>					<b>158,63</b>	
Insecticidas	Extracto de higuera (7 aplicaciones)	l	180	0,27	48,74	2
	Adherente	l	1	14,62	21,05	
<b>Subtotal</b>					<b>69,79</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2377,11</b>	<b>77</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>						
Arriendo terreno		ha	1	200	200	23
Interes credito (5%)					118,86	
Asistencia técnica (INIAP)				400	400	
Depresiación					10,73	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>729,59</b>	
<b>TOTAL CD Y CI</b>					<b>3106,70</b>	<b>100</b>
<b>RENDIMIENTO</b>						
CATEGORIA		CANTIDAD (kg)	CANTIDAD (Quintal)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	UTILIDAD NETA
Primera		1900	42	15	627	-1039,55
Segunda		3796	84	12	1002	
Tercera		1990	44	10	438	
TOTAL		7686	169		2067,15	
<b>BENEFICIO/COSTO</b>						<b>0,67</b>

## Anexo C

### Costo de producción por hectárea del ajo

ACTIVIDAD	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN (%)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
Preparación del terreno	Tractor	horas	9	12,50	112,50	45
	Yunta: Surcado	horas	4	3,75	15	
Siembra	Siembra y abonado	jornal	10	10,00	100	
	Semilla (superchola)	kg	1400	0,18	252	
Labores culturales	Riego	jornal	5	12	60	
	Deshierba y abonado	jornal	10	12	120	
	Aporque	jornal	12	12	144	
	Controles fitosanitarios	jornal	11	12	132	
Cosecha	Yunta: Remoción del suelo	horas	6	3,75	22,50	
	Recolecta manual	jornal	20	12	240	
	Clasificación	jornal	10	12	120	
	Sacos	unidad	354	0,20	70,80	
<b>Subtotal</b>					<b>1388,80</b>	
Fertilización	18-46-0 (Siembra)	kg	650	25,80	335,40	25
	Muriato de Potasio (Siembra)	kg	100	45,3	90,60	
	Yara complex (Siembra)	kg	100	43,40	86,80	
	Yara rafos (2do abonado)	kg	100	32,45	64,90	
	Sulfomag (2do abonado)	kg	150	29,95	89,85	
	Glass (Desarrollo radicular)	ml	500	12,86	6,43	
	Silpot (Fortalecimiento de tejidos)	ml	300	8,40	2,52	
	Farmaverdol (Crecimiento y desarrollo)	l	1	12,39	12,39	
	K2O-P2O5 (Desarrollo)	l	7	8,40	58,80	
Fertilon (Engrose)	kg	4	5,50	22,00		
<b>Subtotal</b>					<b>769,69</b>	
Control Fitosanitario	Sulfato de Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina (Bactericida)	g	450	16	48	5
	Azoxistrobina (Fungicida para tizón)	ml	1000	27	27	
	Propineb + Fluopicolide (Lancha)	g	1500	8,30	13,83	
	Ácido oxolínico (Fungicida-Bactericida)	g	400	31,90	63,80	
	Regulador de pH	ml	300	1	3	
	Adherente	ml	300	1	3	
<b>Subtotal</b>					<b>158,63</b>	
Insecticidas	Extracto de ajo (11 aplicaciones)	l	5	7,32	32,94	2
	Adherente	l	2	14,62	35,09	
<b>Subtotal</b>					<b>68,03</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2385,15</b>	<b>77</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>						
Arriendo terreno		ha	1	200	200	23
Interes credito (5%)					119,26	
Asistencia técnica (INIAP)				400	400	
Depreciación					10,73	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>729,99</b>	
<b>TOTAL CD Y CI</b>					<b>3115,14</b>	<b>100</b>
<b>RENDIMIENTO</b>						
CATEGORIA		CANTIDAD (kg)	CANTIDAD (Quintal)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	UTILIDAD NETA
Primera		2494	55	15	823,10	-680,42
Segunda		4494	99	12	1186,53	
Tercera		1932	43	10	425,08	
<b>TOTAL</b>		<b>8920</b>	<b>196</b>		<b>2434,72</b>	
<b>BENEFICIO/COSTO</b>						<b>0,78</b>

## Anexo D

### Costos de producción por hectárea del neem

ACTIVIDAD	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN (%)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
Preparación del terreno	Tractor	horas	9	12,50	112,50	43
	Yunta: Surcado	horas	4	3,75	15	
Siembra	Siembra y abonado	jornal	10	10	100	
	Semilla (superchola)	kg	1400	0,18	252	
Labores culturales	Riego	jornal	5	12	60	
	Deshierba y abonado	jornal	10	12	120	
	Aporque	jornal	12	12	144	
	Controles fitosanitarios	jornal	11	12	132	
Cosecha	Yunta: Remoción del suelo	horas	6	3,75	22,50	
	Recolecta manual	jornal	20	12,00	240	
	Clasificación	jornal	10	12,00	120	
	Sacos	unidad	323	0,20	64,60	
<b>Subtotal</b>					<b>1382,60</b>	
Fertilización	18-46-0 (Siembra)	kg	650	25,80	335,40	24
	Muriato de Potasio (Siembra)	kg	100	45,3	90,60	
	Yara complex (Siembra)	kg	100	43,40	86,80	
	Yara rafos (2do abonado)	kg	100	32,45	64,90	
	Sulfomag (2do abonado)	kg	150	29,95	89,85	
	Glass (Desarrollo radicular)	ml	500	12,86	6,43	
	Silpot (Fortalecimiento de tejidos)	ml	300	8,40	2,52	
	Farmaverdol (Crecimiento y desarrollo)	l	1	12,39	12,39	
	K2O-P2O5 (Desarrollo)	l	7	8,40	58,80	
Fertilon (Engrose)	kg	4	5,50	22,00		
<b>Subtotal</b>					<b>769,69</b>	
Control Fitosanitario	Sulfato de Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina (Bactericida)	g	450	16	48	5
	Azoxistrobina (Fungicida para tizón)	ml	1000	27	27	
	Propineb + Fluopicolide (Lancha)	g	1500	8,30	13,83	
	Ácido oxolínico (Fungicida-Bactericida)	g	400	31,90	63,80	
	Regulador de pH	ml	300	1	3	
	Adherente	ml	300	1	3	
<b>Subtotal</b>					<b>158,63</b>	
Insecticidas	Extracto de neem (11 aplicaciones)	l	5	37,60	169,20	6
	Adherente	l	2	14,62	35,09	
<b>Subtotal</b>					<b>204,29</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2515,21</b>	<b>77</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>						
Arriendo terreno		ha	1	200	200	23
Interes credito (5%)					125,76	
Asistencia técnica (INIAP)				400	400	
Depreciación					10,73	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>736,49</b>	
<b>TOTAL CD Y CI</b>					<b>3251,71</b>	<b>100</b>
<b>RENDIMIENTO</b>						
<b>CATEGORIA</b>		<b>CANTIDAD (kg)</b>	<b>CANTIDAD (Quintal)</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>	<b>UTILIDAD NETA</b>
Primera		2370	52	15	782	-1036,17
Segunda		3828	84	12	1011	
Tercera		1921	42	10	423	
<b>TOTAL</b>		<b>8119</b>	<b>179</b>		<b>2215,53</b>	
<b>BENEFICIO/COSTO</b>						<b>0,68</b>

**Anexo E**

*Costos de producción por hectárea del caolín*

ACTIVIDAD	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN (%)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
Preparación del terreno	Tractor	horas	9	12,50	112,50	41
	Yunta: Surcado	horas	4	3,75	15	
Siembra	Siembra y abonado	jornal	10	10	100	
	Semilla (superchola)	kg	1400	0,18	252	
Labores culturales	Riego	jornal	5	12	60	
	Deshierba y abonado	jornal	10	12	120	
	Aporque	jornal	12	12	144	
	Controles fitosanitarios	jornal	11	12	132	
Cosecha	Yunta: Remoción del suelo	horas	6	3,75	22,50	
	Recolecta manual	jornal	20	12	240	
	Clasificación	jornal	10	12	120	
	Sacos	unidad	344	0,20	68,80	
<b>Subtotal</b>					<b>1386,80</b>	
Fertilización	18-46-0 (Siembra)	kg	650	25,80	335,40	23
	Muriato de Potasio (Siembra)	kg	100	45,3	90,60	
	Yara complex (Siembra)	kg	100	43,40	86,80	
	Yara rafos (2do abonado)	kg	100	32,45	64,90	
	Sulfomag (2do abonado)	kg	150	29,95	89,85	
	Glass (Desarrollo radicular)	ml	500	12,86	6,43	
	Silpot (Fortalecimiento de tejidos)	ml	300	8,40	2,52	
	Farmaverdol (Crecimiento y desarrollo)	l	1	12,39	12,39	
	K2O-P2O5 (Desarrollo)	l	7	8,40	58,80	
Fertilon (Engrose)	kg	4	5,50	22,00		
<b>Subtotal</b>					<b>769,69</b>	
Control Fitosanitario	Sulfato de Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina (Bactericida)	g	450	16	48	5
	Azoxistrobina (Fungicida para tizón)	ml	1000	27	27	
	Propineb + Fluopicolide (Lancha)	g	1500	8,30	13,83	
	Ácido oxolínico (Fungicida-Bactericida)	g	400	31,90	63,80	
	Regulador de pH	ml	300	1	3	
Adherente	ml	300	1	3		
<b>Subtotal</b>					<b>158,63</b>	
Insecticidas	Caolín (7 aplicaciones)	kg	90	3,50	315,00	10
	Adherente	l	1	14,62	21,05	
<b>Subtotal</b>					<b>336,05</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2651,18</b>	<b>78</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>						
Arriendo terreno		ha	1	200	200	22
Interes credito (5%)					132,56	
Asistencia técnica (INIAP)				400	400	
Depresiación					10,73	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>743,29</b>	
<b>TOTAL CD Y CI</b>					<b>3394,47</b>	<b>100</b>
<b>RENDIMIENTO</b>						
CATEGORIA		CANTIDAD (kg)	CANTIDAD (Quintal)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	UTILIDAD NETA
Primera		2265	50	15	747,52	-1020,63
Segunda		4763	105	12	1257,56	
Tercera		1676	37	10	368,76	
<b>TOTAL</b>		<b>8704</b>	<b>192</b>		<b>2373,84</b>	
<b>BENEFICIO/COSTO</b>						<b>0,70</b>