



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

**EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A *Bactericera cockerelli* Šulc. EN  
ACCESIONES SILVESTRES DE PAPA DEL BANCO DE  
GERMOPLASMA DEL ECUADOR**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA: KATHERINE DANIELA CARRIÓN MONTESDEOCA**

**DIRECTOR: Ing. MARCO ANÍBAL VIVAR ARRIETA**

Riobamba – Ecuador

2024

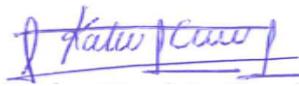
© 2024, Katherine Daniela Carrión Montesdeoca

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

Yo, Katherine Daniela Carrión Montesdeoca, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 10 de mayo de 2024

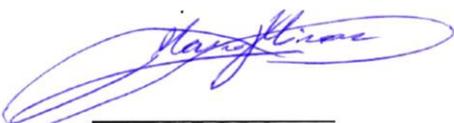
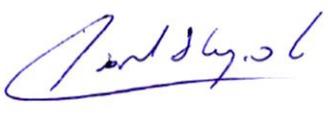


**Katherine Daniela Carrión Montesdeoca**

**C. I: 171839867-8**

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A *Bactericera cockerelli* Šulc. EN ACCESIONES SILVESTRES DE PAPA DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL ECUADOR**, realizado por la señorita: **KATHERINE DANIELA CARRIÓN MONTESDEOCA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-05-10
Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-10
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-10

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo va dedicado a mis padres Germán y Myriam que con su infinito amor y apoyo han estado al pie de la lucha en cada paso y tropiezo de mi carrera universitaria, con sus consejos y sabiduría han sabido guiar mi camino, a mis hermanos Emilse, Germán, Francisco por sus palabras de aliento, su apoyo lleno de amor y solidaridad, siendo el pilar fundamental de mi formación profesional. A mi abuelita Gilma que con sus palabras de alegría ilumina mis días. A Santiago por sus consejos llenos de bondad y amor. Todo esto es dedicado por su esfuerzo día con día, su apoyo incondicional para la persona en la que soy ahora. A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en mi formación profesional, con mucho amor y respeto.

Katherine

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme sabiduría, entendimiento, y paciencia para concluir una etapa en mi vida, a mi papi Germán por ser mi consejero y mentor, por apoyarme y sostenerme todos los días, a mi mami Myriam por ser el pilar fundamental en mi vida por sus palabras llenas de amor y entendimiento; mis hermanos Emilse, Germán y Francisco por ser mi inspiración y apoyo incondicional día con día. A Santiago por estar presente con sus consejos y sabiduría en los momentos más difíciles de la carrera, a mi familia Carrión Guzmán; Montesdeoca Magno, por sus consejos y palabras de apoyo en todo este proceso universitario, a mis amigos politécnicos Ali, Paul, Eli, Wendy con los que formamos una familia llena de respeto y amor por ser familia y consuelo en los momentos más duros.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, en especial a la carrera de Agronomía por acogerme, enseñarme y formarme como profesional.

Agradezco al Ing. Marco Vivar y al Ing. Carlos Carpio, por ser partícipes de mi proceso como profesional y brindarme sus conocimientos y darme la oportunidad de recurrir a sus capacidades científicas.

Agradezco al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en especial al Programa de Raíces y Tubérculos-papa por abrirme las puertas y brindarme sus conocimientos, respeto y apoyo.

Katherine

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	2
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Hipótesis.....	3
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i> .....	3
1.4.2. <i>Hipótesis alterna</i> .....	3

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Resistencia.....	4
2.1.1. <i>Mecanismos de resistencia a insectos en papa</i> .....	4
2.3. <i>Bactericera cockerelli</i> .....	5
2.3.1. <i>Clasificación taxonómica</i> .....	5
2.3.2. <i>Origen</i> .....	5
2.3.3. <i>Ciclo biológico</i> .....	5
2.3.3.1. <i>Huevecillos</i> .....	6
2.3.3.2. <i>Estadios ninfales</i> .....	6
2.3.3.3. <i>Primer estadio</i> .....	6
2.3.3.4. <i>Segundo estadio</i> .....	7
2.3.3.5. <i>Tercer estadio</i> .....	7
2.3.3.6. <i>Cuarto estadio</i> .....	7

2.3.3.7.	<i>Quinto estadio</i> .....	8
2.3.3.8.	<i>Adulto</i> .....	8
2.4.	<b>Tipo de daños que ocasiona <i>Bactericera cockerelli</i></b> .....	9
2.4.1.	<i>Daño directo</i> .....	9
2.4.2.	<i>Daño indirecto</i> .....	9
2.5.	<b>Manejo integrado</b> .....	10
2.5.1.	<i>Control cultural</i> .....	10
2.5.2.	<i>Control biológico</i> .....	10
2.5.3.	<i>Control químico</i> .....	10
2.6.	<b>Importancia del cultivo de papa en el Ecuador</b> .....	11

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	12
3.1.	<b>Caracterización del Lugar</b> .....	12
3.1.1.	<i>Localización</i> .....	12
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	12
3.2.	<b>Materiales y Equipos</b> .....	13
3.2.1.	<i>Materiales de campo</i> .....	13
3.2.2.	<i>Material vegetal</i> .....	13
3.3.	<b>Implementación y Manejo</b> .....	14
3.3.1.	<i>Caracterización del ensayo</i> .....	14
3.3.2.	<i>Selección de las accesiones silvestres</i> .....	14
3.3.3.	<i>Diseño experimental</i> .....	15
3.4.	<b>VARIABLES A EVALUAR</b> .....	16
3.4.1.	<i>Resistencia a <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc.</i> .....	16
3.4.2.	<i>Abundancia de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc.</i> .....	16
3.5.	<b>Manejo del ensayo</b> .....	17
3.5.1.	<i>Manejo del ensayo de cría de insectos (<i>Bactericera cockerelli</i>)</i> .....	17
3.5.2.	<i>Esquema de ensayo antibiosis</i> .....	17

### CAPÍTULO IV

4.	<b>Marco de análisis e interpretación de resultados</b> .....	19
4.1.	<b>Procesamiento y análisis de resultados</b> .....	19
4.1.1.	<i>Resistencia a <i>Bactericera cockerelli</i></i> .....	19
4.1.1.1.	<i>Número de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i></i> .....	19

<b>4.1.2.</b>	<b><i>Abundancia de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc.</i></b> .....	20
<b>4.1.2.1.</b>	<b><i>Primera evaluación</i></b> .....	20
<b>4.1.2.2.</b>	<b><i>Segunda evaluación</i></b> .....	21
<b>4.1.2.3.</b>	<b><i>Tercera evaluación</i></b> .....	21
<b>4.1.2.4.</b>	<b><i>Cuarta evaluación</i></b> .....	22
<b>4.2.</b>	<b>Discusión de resultados obtenidos</b> .....	23
<b>4.2.1.</b>	<b><i>Resistencia a <i>Bactericera cockerelli</i></i></b> .....	23
<b>4.2.2.</b>	<b><i>Abundancia de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc.</i></b> .....	23

## **CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	25
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	25
<b>5.2.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	26

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	5
<b>Tabla 3-1:</b>	Características del área de estudio.....	13
<b>Tabla 3-2:</b>	Materiales de campo.....	13
<b>Tabla 3-3:</b>	Material vegetal.....	13
<b>Tabla 3-4:</b>	Características del ensayo .....	14
<b>Tabla 4-1:</b>	Número de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	19
<b>Tabla 4-2:</b>	Análisis de Varianza Primera evaluación.....	20
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de Varianza Segunda evaluación.....	21
<b>Tabla 4-4:</b>	Análisis de Varianza Tercera evaluación .....	21
<b>Tabla 4-5:</b>	Análisis de Varianza Cuarta evaluación.....	22
<b>Tabla 4-6:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la Cuarta evaluación .....	22

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Ciclo biológico <i>B. cockerelli</i> .....	6
<b>Ilustración 2-2:</b>	Huevecillos <i>B. cockerelli</i> .....	6
<b>Ilustración 2-3:</b>	Segundo estadio ninfal .....	7
<b>Ilustración 2-4:</b>	Cuarto estadio.....	8
<b>Ilustración 2-5:</b>	Insecto adulto .....	8
<b>Ilustración 3-1:</b>	Geolocalización del lugar donde se realizó el ensayo .....	12
<b>Ilustración 3-2:</b>	Esquema del diseño completamente al azar .....	15
<b>Ilustración 3-3:</b>	Descripción del ensayo.....	16
<b>Ilustración 3-4:</b>	Criadero de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	17
<b>Ilustración 3-5:</b>	Montaje del ensayo.....	18

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MONTAJE DE JAULAS PARA ENSAYO
- ANEXO B:** SELECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL
- ANEXO C:** IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES PARA ENSAYO
- ANEXO D:** RECOLECCIÓN DE ESQUEJES
- ANEXO E:** MONTAJE DE TUBOS CON SOLUCIÓN PARA INSERCIÓN DE ESQUEJES
- ANEXO F:** SELECCIÓN DE INSECTOS DE *Bactericera cockerelli*
- ANEXO G:** RECOLECCIÓN DE MACHO Y HEMBRA PARA ENSAYO
- ANEXO H:** PAREJA DE INSECTOS COLOCADOS EN CADA ESPECIES
- ANEXO I:** FINALIZACIÓN DEL ENSAYO

## RESUMEN

En el Ecuador el psílido de la papa *Bactericera cockerelli* afecta a varios cultivos de solanáceas especialmente al cultivo de papa, causando pérdidas y daños económicos que en algunos casos puede llegar hasta el 100%. El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta de resistencia de antibiosis a *Bactericera cockerelli* Šulc. En ocho accesiones silvestres de papa del banco de germoplasma del Ecuador más dos testigos (uno infestado con huevos y otro sin infestación). Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco observaciones. Cada especie fue colocada en una jaula donde se puso una pareja de insectos de *Bactericera cockerelli* Šulc en la que se determinó la respuesta de resistencia de antibiosis mediante la evaluación de la cantidad de huevos que colocaban los insectos en las hojas de la planta. Por otro lado, se evaluó la abundancia de huevos. En base al análisis de varianza realizado a las tres primeras evaluaciones se observa que no existieron diferencias estadísticas entre especies; en cambio en la cuarta y última evaluación, el análisis de varianza estableció diferencias estadísticas significativas entre las accesiones en referencia a la cantidad de huevos. Para la separación de medias se realizó la prueba de Tukey al 5%. Los resultados mostraron que las especies que mostraron características de resistencia de antibiosis fueron *Solanum albornozii* y *Solanum minutifolium*, en cuanto a la abundancia de huevos colocados por los insectos las especies mostraron que a los 11 días existe mayor cantidad de huevos en las especies. Concluyendo así que existió variación para la respuesta de resistencia de antibiosis que podría ser empleada en un programa de mejoramiento genético para el desarrollo de una variedad resistente.

**Palabras clave:** <PARIENTES SILVESTRES>, <*Bactericera cockerelli*>, <INSECTOS>, <OVIPOSTURAS>, >*Solanum tuberosum*<.

0661-DBRA-UPT-2024

06-05-2024



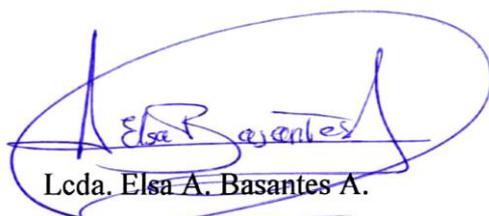
## SUMMARY

In Ecuador, the potato psyllid *Bactericera cockerelli* affects several solanaceous crops, especially potatoes, causing losses and economic damage that in some cases could reach up to 100%. The objective of this research was to evaluate the resistance response to *Bactericera cockerelli* Šulc. in eight wild potato accessions from the Ecuadorian germplasm bank with two controls (one eggs infested and the other without infestation). A completely randomized design with five observations was used. Each wild specie was placed in a cage where a pair of *Bactericera cockerelli* Šulc insects was placed in which the antibiosis resistance response was determined through evaluating the number of eggs laid by the insects on the plant leaves. On the other hand, the abundance of eggs was evaluated. Based on the analysis of variance carried out on the first three evaluations, it was observed that there were no statistical differences. However, in the fourth and last evaluation, the analysis of variance established significant statistical differences between accessions in reference to the number of eggs. For the separation of means, the Tukey test was performed at 5%. The results showed that the species whit antibiosis resistance characteristics were *Solanum albornozii* and *Solanum minutifolium*, in terms of the abundance of eggs laid by the insects, the species showed that at 11 days there was a greater number of eggs in the species. Concluding that, there was variation for the antibiosis resistance response that could be used in a breeding program for the development of a resistant variety.

**Key words:** <WILD PARENTS>, <*Bactericera cockerelli*>, <INSECTS>, <OVIPOSTURES>, >*Solanum tuberosum*<.

0661-DBRA-UPT-2024

06-05-2024



Lcda. Elsa A. Basantes A.  
C.C: 0603594409

## INTRODUCCIÓN

La papa es un producto importante en la canasta alimenticia de los ecuatorianos pues su precio es accesible, es una fuente importante de carbohidratos, vitaminas, minerales y por lo tanto contribuye con la seguridad alimentaria de toda la población. Según reportes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-SIPA 2024), para el 2022 se cosecharon 17.926 has, con un volumen de producción de 251.433,39 toneladas, en la última década se observa una reducción del 40% en promedio de la superficie sembrada y la producción; lo cual está asociado al incremento de eventos climáticos extremos (sequías, heladas) y a la presencia de plagas como el complejo de la punta morada (PMP) (MAG- SIPA 2023,).

Esta investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-papa con la contra parte del proyecto de vinculación “Generación e implementación de alternativas tecnológicas para los sistemas de producción agropecuario forestal de la agricultura familiar”

En el Ecuador actualmente *Bactericera cockerelli* es la principal plaga por de la papa y otras soláceas por ser vector de *Candidatus liberibacter solanacearum* (CaLso), que causa la enfermedad denominada punta morada enfermedad, los primeros reportes datan del año 2015, esta enfermedad causa pérdidas tanto en el rendimiento como en calidad, según datos de INIAP, puede existir una pérdida de hasta el 100%. Los síntomas que presentan las plantas son, amarillamiento, enanismo, engrose del tallo, acortamiento de los nudos, una coloración purpura en las hojas apicales que es la que la caracteriza a esta enfermedad, mientras que en los tubérculos existe un incremento del contenido de azúcares reductores lo cual produce un pardeamiento al momento de freírla. (Castillo, 2019, pp. 5-7)

En la actualidad las especies silvestres de papa son importantes ya que presentan una gran cantidad de diversidad genética y a lo largo de la evolución estas especies han desarrollado ciertas capacidades de resistir algunas enfermedades de la misma forma resisten el ataque de algunos insectos que las especies que son intervenidas por la agricultura no son resistentes, dándoles de esta manera características únicas que las hace llamativas para la ciencia, en donde las especies silvestres pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento genético y de esta manera a futuro tener especies de papa que sean resistentes a *Bactericera cockerelli* y a los agentes causales del complejo PMP como son fitoplasmas y CaLso que están afectando negativamente la producción y calidad de los cultivos de solanáceas de los agricultores. (Rojas, 2021, pp. 22-23)

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador *Bactericera cockerelli* el psílido de la papa afecta a varios cultivos de solanáceas, especialmente papa, causando pérdidas económicas, que se estima pueden llegar hasta el 100%. El control está basado en aplicaciones periódicas de insecticidas, que en algunos casos puede llegar hasta más de 20 controles durante el ciclo. Por lo que el desarrollo de estrategias de manejo integrado es la mejor opción, dentro del cual la resistencia genética de las variedades sería una alternativa. La mayoría de variedades mejoradas y nativas han mostrado una respuesta de susceptibilidad por lo que la búsqueda de resistencia en los parientes silvestres de la papa podría ser una opción válida.

#### 1.2. Objetivos

##### 1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar la resistencia a *Bactericera cockerelli* Šulc. En accesiones silvestres de papa del banco de germoplasma del Ecuador.

##### 1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la resistencia a *Bactericera cockerelli* Šulc. en ocho accesiones silvestres de papa del banco de germoplasma del Ecuador.
- Evaluar la abundancia de huevos de *Bactericera cockerelli* Šulc. en ocho accesiones silvestres de papa del banco de germoplasma del Ecuador.

#### 1.3. Justificación

Todas las variedades mejoradas y nativas de papa en el Ecuador, han sido afectadas por el denominado complejo de la punta morada causada por Fitoplasmas y CaLso, transmitida este último por *Bactericera cockerelli*. Bajo este contexto, las especies silvestres de papa podrían ser una opción para buscar resistencia al complejo PMP. Por lo que la presente investigación

determinó cuál de las especies silvestres de papa tiene características de resistencia al insecto, además con la información obtenida sobre la cantidad de huevos de *Bactericera cockerelli* se podrá realizar monitoreos, y sugerir acciones que permitan disminuir la población del insecto para desarrollar una estrategia de manejo integrado que reduzca los efectos negativos de esta plaga.

#### **1.4. Hipótesis**

##### ***1.4.1. Hipótesis nula***

No existe diferencia en la respuesta de resistencia a *Bactericera cockerelli* en las accesiones de papa silvestre evaluadas

##### ***1.4.2. Hipótesis alterna***

Existen diferencias en la respuesta de resistencia a *Bactericera cockerelli* en las accesiones de papa silvestre evaluadas

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Resistencia

Es la habilidad de la planta para reducir el crecimiento y o desarrollo de un parasito luego de que se ha iniciado o establecido contacto. La resistencia a plagas se expresa como alta mortalidad, baja tasa de desarrollo larval y reducida reproducción del organismo plaga, lo cual se denomina antibiosis (Niks et al, 2019)

##### *2.1.1. Mecanismos de resistencia a insectos en papa*

Las plantas poseen una variedad de mecanismos de defensa que pueden ralentizar el crecimiento de patógenos, protegerse de los herbívoros y en algunos casos, matar al patógeno (Walters, 2010, pp 4-9). Para lo cual es necesario comprender los mecanismos de resistencia contra los insectos para realizar mejoramiento genético y desarrollar variedades resistentes. Painter (1951), estableció desde el punto de vista del fitomejorador los mecanismos de resistencia de las plantas y los agrupó en tres categorías: 1) no preferencia o antixenosis, 2) antibiosis y 3) tolerancia. Los mecanismos de no preferencia pueden definirse como características de las plantas (es decir, color, forma, olores) que repelen a los insectos, haciendo que una planta en particular sea menos atractiva para establecerse, albergarse, alimentarse y/o oviponerse. Los mecanismos de antibiosis pueden definirse como características de las plantas que interfieren con la biología del insecto reduciendo la fecundidad, el tamaño, la longevidad y aumentando la mortalidad. Finalmente, la tolerancia se puede definir como la compensación de la planta en el crecimiento en respuesta al ataque de los insectos

La selección de resistencia a insectos implica una serie de experimentos de elección y de no elección. Estos métodos se utilizan para obtener estimaciones precisas del nivel de resistencia de un genotipo y proporciona información sobre los mecanismos de resistencia. Estos experimentos miden los parámetros del ciclo de vida de los insectos. Por ejemplo, la supervivencia de los insectos, la tasa de oviposición, la supervivencia de las ninfas y el período de desarrollo son algunos ejemplos de los parámetros considerados en las pruebas sin elección para la resistencia a *Bactericera*.

## 2.2. *Bactericera cockerelli*

### 2.2.1. Clasificación taxonómica

**Tabla 2-1:** Taxonomía de *Bactericera cockerelli*

Taxonomía	Bactericera cockerelli
Orden	Hemíptera
Suborden	Homóptera
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Triozidae
Género	Bactericera = Paratrioza
Especie	Cockerelli (Šulc)

**Fuente:** (Orisa, 2015, p. 14) OIRSA

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

### 2.2.2. Origen

*Bactericera cockerelli* también conocido como el psílido de la papa o "pulgón saltador de la papa", es una especie de insecto perteneciente a la familia Triozidae, del sur de América del Norte, que se alimenta principalmente de solanáceas, que pueden ser infectadas por *Candidatus Liberibacter solanacearum*, la cual es el causante de del denominado complejo de la punta morada de la papa. (Rojas, 2021, pp. 9-12)

### 2.2.3. Ciclo biológico

Consta de varias etapas, las cuales incluyen huevo, ninfa y adulto, cuando está en etapa de huevo esta puede durar alrededor de 7 a 10 días esto dependiendo de la temperatura ya que puede disminuir o aumentar los días, cuando está en etapa de ninfa este periodo de desarrollo dura aproximadamente de 2 a 4 semanas dependiendo de las condiciones ambientales, en fase adulta que incluye la emergencia de las ninfas hasta la madurez del insecto esto dura alrededor de 2 a 3 semanas (Jácome Mogro Emerson, 2022, p. 28).



**Ilustración 2-1:** Ciclo biológico *B. cockerelli*

Fuente: Gamarra, 2019

### 2.2.3.1. Huevecillos

Son pequeños y tienen un color amarillo, por lo general se los encuentra en el envés de las hojas de las plantas de papa esto puede ayudar a ser protegidos de algún depredador, estos al ser tan pequeños son difíciles de ver a simple vista y su color al contrastar con el verde de la hoja, por lo general cuando la hembra coloca los huevos se encuentran distribuidos en un mismo lugar. (Jácome Mogro Emerson, 2022)



**Ilustración 2-2:** Huevecillos *B. cockerelli*

Fuente: OIRSA, 2015

### 2.2.3.2. Estadios ninfales

*Bactericera cockerelli* en sus etapas de crecimiento pasa por 5 estadios instares antes de este llegar adulto, estos estadios ninfales son parte del desarrollo del insecto con ojos bien definidos, para poder identificar a los insectos es importante observar su cuerpo puesto que presenta halos diferentes tanto en hembra como macho (Méndez, 2015, p. 9).

### 2.2.3.3. Primer estadio

En este instar se encuentran las ninfas cuando son pequeñas y recién eclosionadas son de forma ovalada y el cuerpo es más corto y redondo en comparación con los instares siguientes, en esta

etapa la mayoría son de color verde claro o a su vez amarillo pálido, todo esto dependiendo de la temperatura, no se encuentran alas o segmentos que indiquen su desarrollo. Es importante saber que las ninfas en el primer instar ya se alimentan de la savia de las plantas por lo que se encuentran por lo general en la parte inferior de las hojas. (Méndez, 2015, p. 9)

#### *2.2.3.4. Segundo estadio*

Las ninfas en el segundo estadio son más grandes en comparación con el primer estadio, pero para el ojo humano son extremadamente pequeños, y estos van creciendo a medida que avanzan por los siguientes instares, la forma del insecto en este instar es ovalada con un cuerpo elongado, en cuanto al color es el mismo del anterior, en algunas ocasiones cambia de color por la planta huésped o por las condiciones ambientales. (Méndez, 2015, p. 9)



**Ilustración 2-3:** Segundo estadio ninfal

Fuente: OIRSA, 2015

#### *2.2.3.5. Tercer estadio*

En este estadio son más grandes que los anteriores, el cuerpo en este instar sigue siendo ovalada, pero es más elongado y se va convirtiendo en una característica de estos insectos, sus ojos toman una coloración rojiza por lo general son de color amarillo y su tórax un tono verde presenta una segmentación bien definida de las patas. (Méndez, 2015, p. 10)

#### *2.2.3.6. Cuarto estadio*

En este estadio las ninfas son más grandes, indicando que tiene un desarrollo continuo con el paso de los estadios, su cuerpo es más alargado y con la misma característica de los ya mencionados con una forma ovalada con los tres pares de patas bien definidas, las ninfas tienen alas

rudimentarias es decir sus alas aun no son completamente funcionales pero su formación si, su aparato bucal se está adaptado para alimentarse de la savia de las plantas (Méndez, 2015, p. 11).



**Ilustración 2-4:** Cuarto estadio

Fuente: OIRSA, 2015.

#### 2.2.3.7. *Quinto estadio*

Las ninfas experimentan su última fase antes de convertirse en adultos en la que las ninfas alcanzan su máximo tamaño, su cuerpo se vuelve más elongada siguen manteniendo su forma ovalada el color de su tórax es verde oscuro y el verde más claro lleva en el abdomen, sus alas completaron su desarrollo en esta etapa. (Méndez, 2015, p. 11)

#### 2.2.3.8. *Adulto*

Los insectos han completado su desarrollo y se encuentran en la fase reproductiva del ciclo de vida, por lo general los adultos pequeños miden aproximadamente entre 2 -3mm tienen una forma ovalada sus alas están bien desarrolladas, lo que les facilita volar y de esa manera dispersarse hacia otras plantas, sus antenas en comparación con su cuerpo y tamaño son cortas, su color verde oscuro les permite camuflarse entre las plantas, en la actualidad mediante estudios se determina que si los insectos se aparean estos cambian de colocación (Méndez, 2015, p. 12).



**Ilustración 2-5:** Insecto adulto

Fuente: OIRSA, 2015

#### 2.2.3.8.1. *Adulto hembra*

Las hembras adultas tienen un tamaño muy similar al de los machos, teniendo en consideración que estos son más pequeños en comparación con otros insectos, el color es muy parecido entre hembra y macho, tienen las alas transparentes bien desarrolladas lo que les permite volar a depositar los huevos en distintas partes de la planta, a diferencia de los instares los adultos se alimentan de la savia de las plantas, para identificar a las hembras es importante revisar que tiene cinco segmentos que son visibles, tienen una mancha en forma de “Y” es por ello que se puede identificar cual es hembra y cual es macho. (Méndez, 2015, p. 12)

#### 2.2.3.8.2. *Adulto macho*

Por lo general tiene una longitud de 2 -3 mm siendo los más pequeños de la mayoría de los insectos, es muy parecido en las características con la hembra, pero a la hora de identificar es importante fijarse que tenga 6 segmentos más el genital esté último este plegado sobre la parte dorsal media del abdomen a la localización y posición se distinguen el macho por la forma de las pinzas que le caracteriza. (Méndez, 2015, p. 12)

### 2.3. Tipo de daños que ocasiona *Bactericera cockerelli*

#### 2.3.1. *Daño directo*

*Bactericera cockerelli*, se alimenta de la savia de las plantas teniendo un daño directo con la planta, al inyectar sus piezas bucales está perforando y dejando toxinas al succionando los nutrientes, lo que le ocasiona a la planta debilitamiento y retarda su crecimiento, amarillamiento de la planta. En algunos casos se ha encontrado que también genera crecimiento de hongos lo que no le permite realizar sus funciones fotosintéticas. (Ernesto Cerna-Chávez, 2021, p. 4)

#### 2.3.2. *Daño indirecto*

Es la capacidad de *B. cockerelli* para transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* lo que se le conoce como enfermedad de punta morada en papa y se presenta con machas en forma redonda, sus flores no tienen el mismo color si no que cambia, una de las características de esta enfermedad es la coloración morada en las hojas y la presencia de un manchado en los tubérculos lo cual se torna más evidente cuando se los fríe. (Alfredo, 2023, p. 10)

## **2.4. Manejo integrado**

### **2.4.1. Control cultural**

Se realizan prácticas agrícolas en la que se busca que los insectos se reduzcan y de esa manera disminuir su reproducción, para que eso ocurra se realiza rotación de cultivos; con la que se interrumpe el ciclo de vida de los insectos y en ocasiones afecta el hábitat, busca reducir la reproducción de los insectos. Se realiza monitoreos regularmente para poder determinar a temprana edad el ciclo del insecto y poder controlar. (Cuesta, 2021, pp. 9-12)

Para tener un mejor control se eliminan las malas hierbas si es que el cultivo se encuentra en campo eliminando de esta manera el refugio y la alimentación de *B cockerelli*. Se utilizan trampas amarillas con pegamento para capturar adultos, adicional se realizan muestreos en el follaje para mostrar ninfas, se ubican en las hojas inferiores de la planta. Para tener un control específico de este insecto se puede hacer uso de plantas que se utilicen como trampa es decir que atraigan a los insectos y de esa manera se tiene a los insectos en un área específica y así ser cosechadas para controlar la población. (Cuesta, 2021, pp. 9-12)

### **2.4.2. Control biológico**

Es el uso de organismos que sean vivos para disminuir la cantidad de insectos con varias estrategias en algunos casos se ha utilizado depredadores como mariquitas para que estas se puedan alimentar de las ninfas de *B cockerelli* hay hongos que actúan como agentes entomopatógenos y se le considera una manera de controlar biológicamente. Existen insecticidas vegetales que son en base a productos naturales como el neem y el ajo que controlan los insectos. (Barrios-Díaz, 2016, p. 148)

### **2.5.3 Control químico**

Es el método más utilizado para controlar la *B cockerelli*, se usa cuando la plaga es un peligro para la papa, considerando que el insecto tiene una capacidad alta para resistir a los insecticidas. Existen insecticidas que contienen los siguientes modos de acción: Neonicotinoide el cual afecta el sistema nervioso del insecto; Avermectina; piretroides los cuales inhiben los procesos metabólicos del insecto, para tener una mejor aplicación se utiliza boquillas que tengan un mejor alcance, se corrige el pH del agua, se aplica en horas de la tarde para no quemar la planta, no sobrepasar las dosis que recomienda el empaque. (Cuesta, 2021, pp. 11-12)

## **2.5. Importancia del cultivo de papa en el Ecuador**

La papa en la mesa de los ecuatorianos es un alimento indispensable, colocándose entre los tres productos de mayor consumo, no solo por el sabor que tiene sino también por la cantidad de fibra, carbohidratos, tiene fósforo, potasio, cobre, magnesio, vitamina C, haciéndole un cultivo completo a la hora de proporcionar nutrientes al ser consumido. (Racines, 2023, pp. 18-19)

La papa es un producto con una cadena de comercialización que involucra a muchas personas desde productores, comerciantes, consumidores, generando así empleos, siendo considerable el ingreso económico que deja a las familias agricultoras, porque dependen de la papa para alimentar a sus familias es un producto versátil por la variedad de platos que se puede preparar como locros, sopas, cremas, fritas, asadas entre otras., haciéndoles así dependientes económicamente del cultivo para su subsistencia. (Racines, 2023, pp. 18-19)

Uno de los factores que beneficia al cultivo es la ubicación geográfica del país, por los suelos que tiene el Ecuador hace que el cultivo de papa se pueda desarrollar en distintas zonas y con variedades diferentes estas se adaptan a las zonas en las que se les ubique, dando así un producto con un sabor, una forma un tamaño diferente, lo que ha hecho que el país pueda exportar papas, por la calidad que tienen y las distintas variedades que se presentan. (Racines, 2023, pp. 18-19)

## CAPÍTULO III

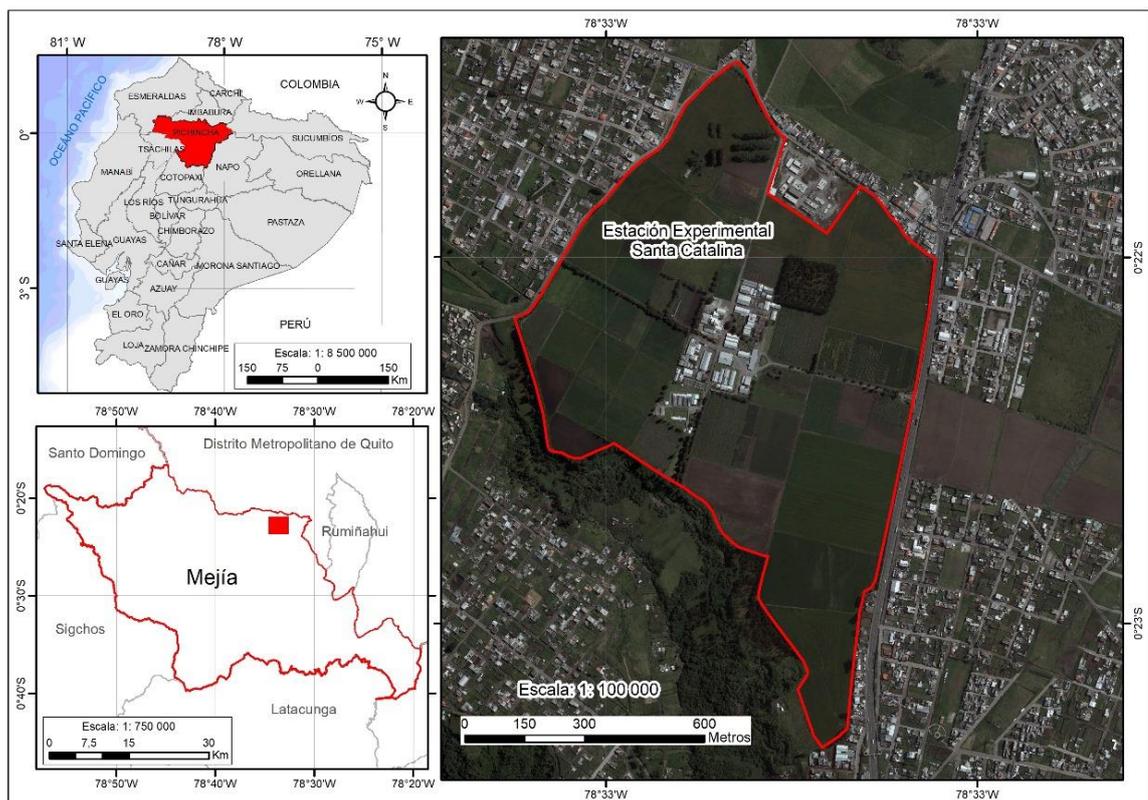
### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Caracterización del Lugar

##### 3.1.1. Localización

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), ubicado en la parroquia de Cutuglagua, cantón Mejía en la provincia de Pichincha.

##### 3.1.2. Ubicación geográfica



**Ilustración 3-1:** Geolocalización del lugar donde se realizó el ensayo

Fuente: Suango, Verónica 2023.

**Tabla 3-1:** Características del área de estudio

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Parroquia	Cutuglagua
Cantón	Mejía
Altitud	3058 m.
Longitud	78°33' O
Latitud	00°22' S
Temperatura promedio/día	26°C
Humedad relativa promedio/día	76,4 %
Precipitación acumulada/anual	1477.3 mm/año

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

### 3.2. Materiales y Equipos

#### 3.2.1. *Materiales de campo*

**Tabla 3-2:** Materiales de campo

Materiales	
Agua destilada	Mandil
Bisturí	Marcadores permanentes
Cinta scotch	Pinzas entomológicas
Cámara	Tapas de vasos
Enraizante	Tubos eppendorf
Jeringas	Tubos de ensayo
Libreta de campo	Vasos plásticos

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

#### 3.2.2. *Material vegetal*

**Tabla 3-3:** Material vegetal

GÉNERO	ESPECIE/VARIEDAD	ACCESIÓN
Solanum	Albornozii	28376
Solanum	Chomatophilum	28392
Solanum	Colombianum	5603
Solanum	Minutifolium	28401
Solanum	Acaule	5640
Solanum	Andreanum	28388
Solanum	Albicans	28099
Solanum	Chilliasense	5632
Testigo	INIAP- CIP-Libertad	
Testigo	Absoluto INIAP-Fripapa	

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

### 3.3. Implementación y Manejo

#### 3.3.1. Caracterización del ensayo

**Tabla 3-4:** Características del ensayo

Parámetros	Valor
Número de accesiones	10
Número de repeticiones	5
Número total de plantas del ensayo	50

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

#### 3.3.2. Selección de las accesiones silvestres

Se seleccionaron especies de silvestres de papa conservadas en el INIAP, para este estudio se escogieron ocho accesiones por su disponibilidad al momento de realizar este estudio. Según los datos pasaporte registrados cada accesión tomada es de distintos lugares

##### *Solanum albornozii* 28376

Muestra recolectada de la provincia de Loja del cantón Loja en la parroquia El Sagrario en la localidad Villonaco con una elevación de 2652 con una altitud 035939 S y longitud 0791543 W.

##### *Solanum chomatophilum* 28392

Muestra recolectada de la provincia de Pichincha del cantón Quito en la parroquia Lloa en la localidad Guagua Pichincha con una elevación de 3908 con una altitud 001153 S y longitud 0783521 W.

##### *Solanum colombianum* 5603

Muestra recolectada de la provincia de Pichincha del cantón Pedro Moncayo en la localidad Laguna San Marcos con una elevación de 3680 con una altitud 00.07 N y longitud 77.58 W.

##### *Solanum minutifolium* 28401

Muestra recolectada de la provincia de Napo del cantón Baeza en la parroquia Papallacta en la localidad Papallacta con una elevación de 3008 con una altitud 002231 S y longitud 0780720 W

##### *Solanum acaule* 5640

Muestra recolectada de la provincia Chimborazo en la localidad Estación Experimental Moyocancha con una elevación de 3750 con una altitud 02.09 S y longitud 78.43 W.

***Solanum andreanum* 28388**

Muestra recolectada de la provincia de Napo del cantón Baeza en la parroquia Papallacta en la localidad Papallacta con una elevación de 3008 con una altitud 002231 S y longitud 0780720 W

***Solanum albicans* 28099**

Muestra recolectada de la provincia del Bolívar del cantón San Miguel en la parroquia San Pablo en la localidad Juan de Velasco con una elevación de 3839 con una altitud 014357 S y longitud 0785416 W

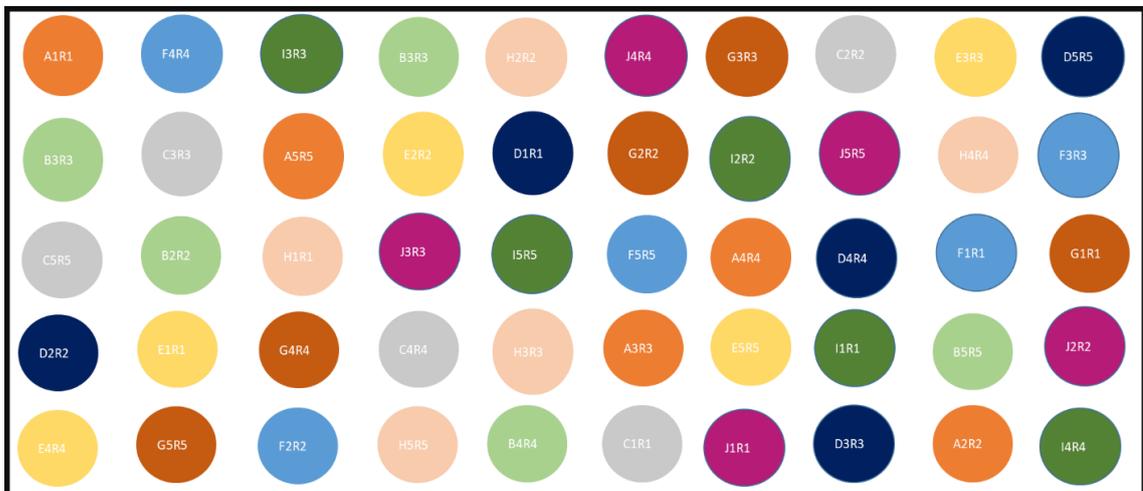
***Solanum chilliasense* 5632**

Muestra recolectada de la provincia de El Oro del cantón Chilla en la parroquia Chilla en la localidad Cerro Zharayunta con una elevación de 3275 con una altitud 03.29 S y longitud 79.35W

**3.3.3. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho accesiones de especies silvestres con dos testigos uno con la variedad INIAP-CIP- Libertad y otro con INIAP-Fripapa siendo éste último el testigo absoluto, cada una con cinco observaciones. La información se analizó con el programa Infostat. (Infostat, 2017)

Previo al análisis se realizó una prueba de normalidad utilizando Shapiro Wilk al 5%. Las variables que no tuvieron distribución normal se transformaron utilizando el logaritmo natural (log). Se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA), cuando se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%.



**Ilustración 3-2:** Esquema del diseño completamente al azar

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

	Solanum albornozii
	Solanum chomatophilum
	Solanum colombianum
	Solanum minutifoliolum
	Solanum acaule
	Solanum andreanum
	Solanum albicans
	Solanum chilliasense
	Testigo libertad
	Testigo absoluto

**Ilustración 3-3:** Descripción del ensayo

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

### 3.4. Variables a evaluar

#### 3.4.1. Resistencia a *Bactericera cockerelli* Šulc.

La resistencia de las accesiones evaluadas se determinó mediante el conteo de oviposturas que colocaba la pareja de *Bactericera cockerelli*, ya que indica una mayor resistencia y adaptabilidades de los insectos al entorno que se le colocó.

#### 3.4.2. Abundancia de huevos de *Bactericera cockerelli* Šulc.

Para la abundancia de huevos se determinó 10 especies de plantas de papa las cuales eran ocho especies silvestres y dos variedades se utilizaron como testigos con cinco observaciones cada una, se contó la cantidad de huevos que colocó la pareja de insectos en cada esqueje del ensayo se realizó la primera toma de datos a los 4 días para ir contando los huevos que ponía la pareja de insectos, se utilizó una pinza entomológica y se iba revisando cada parte del esqueje donde había huevos y se eliminaban las oviposturas contadas, la segunda toma de datos se realizó a los siete días y se hizo el mismo procedimiento, manteniendo la hidratación del esqueje, la tercera toma se realizó a los 11 días tomando en cuenta todo lo ya mencionado, para la cuarta toma de datos fue a los 14 días en la que se hizo lo ya mencionado en las pruebas anteriores siendo esta la última toma de datos porque se eliminó el esqueje ya no existía savia suficiente para alimentar a los insectos.

### 3.5. Manejo del ensayo

#### 3.5.1. Manejo del ensayo de cría de insectos (*Bactericera cockerelli*)

Para los insectos se colectará 50 parejas de *B. cockerelli* adultos los que proveniente del criadero de *Bactericera cockerelli*, que se encuentra en el invernadero del CIP y el invernadero del Programa de raíces y tubérculos rubro papa, las cuales están en jaulas y se alimentan de plantas de papa variedad INIAP- Superfri las cuales se riegan pasando 4 días para que así los insectos tengan de donde alimentarse y se sigan reproduciendo para no perder el criadero.



**Ilustración 3-4:** Criadero de *Bactericera cockerelli*

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

#### 3.5.2. Esquema de ensayo antibiosis

Para el esquema se hizo la instalación de jaulas (con los vasos y sus tapas) los cuales tendrá tubos de ensayo en lo que se colocara muestras individuales para cada planta, que contendrán agua destilada con enraizante para prolongar la vida del material vegetal dentro del tubo, la planta de la que se toma los esquejes es adulta, una vez colocados los esquejes en los tubos de ensayos con el material vegetal se colocaran los tubos en la estructura de metal una vez que se tenga la estructura y el material vegetal se obtiene las parejas de *Bactericera cockerelli*, en total se utilizara 50 parejas de insectos para todo el ensayo puesto que se ocupa una pareja por planta, esto se evaluara hasta que el material vegetal no contenga más savia.



**Ilustración 3-5: Montaje del ensayo**

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento y análisis de resultados

##### 4.1.1. Resistencia a *Bactericera cockerelli*

##### 4.1.1.1. Número de huevos de *Bactericera cockerelli*

En la tabla 4-1, se muestra el promedio del número total de huevos contados en las tomas de datos correspondientes. En la que muestra un total de la suma de huevos de *Bactericera cockerelli* encontrados en cada una de las accesiones silvestres de papa y sus testigos

**Tabla 4-1:** Número de huevos de *Bactericera cockerelli*

TOMA DE DATO S	ACCESIÓN									Testig o Absol uto	Testi go INIA P- CIP- Liber tad
	S. aca ule	S. albic ans	S. alborn ozii	S. andrea num	S. chillias ense	S. chomatop hilum	S. colombia num	S. minutifo lium			
1° evalua ción	30,2	15,6	8,8	26,6	22,4	11,4	7,8	7,4	0	10,6	
2da evalua ción	44,4	29,8	21,2	37,2	15,8	22,2	32,2	14	0	21	
3ra evalua ción	60	76,2	48,8	83,6	54,4	46,6	60,4	44,4	0	42,4	
4ta evalua ción	17,2	17	13,8	26,4	19	29,8	22,8	19,6	0	16,2	
<b>TOTA L</b>	<b>151, 8</b>	<b>138,6</b>	<b>92,6</b>	<b>173,8</b>	<b>111,6</b>	<b>110</b>	<b>123,2</b>	<b>85,4</b>	<b>0</b>	<b>90,2</b>	

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

La cantidad de huevo del *Bactericera cockerelli*, cuantificada a los cuatro días muestra que la accesión *Solanum andreanum* tiene una media de 26,6 huevos lo cual indica que es la accesión menos resistente mientras que la accesión *Solanum minutifolium* presenta una menor cantidad de huevos al igual que el testigo absoluto de papa (INIAP-Fripapa) donde no se colocaron insectos. Por el contrario, a la final de la evaluación es decir a los 14 días, los resultados muestran que, en estas dos mismas accesiones, los huevos cuantificados disminuyen y aumentan respectivamente lo cual puede atribuirse a procesos de adaptación u otros de orden agronómico. El total de las medias indican que *Solanum minutifolium* muestra un promedio de 85,4 huevos en comparación a *Solanum andreanum* con un promedio de 173,8 huevos en donde está especie puede ser más susceptible a la infestación de este insecto, según Abdullah (2008 págs. 4-5) menciona que la infestación va disminuyendo por factores como la temperatura o el envejecimiento de la planta.

#### 4.1.2. Abundancia de huevos de *Bactericera cockerelli* Šulc.

##### 4.1.2.1. Primera evaluación

En la Tabla 4-2, el análisis de varianza con los registros de datos transformados con logaritmo natural a los cuatro días, muestra que no hay diferencia estadística significativa entre las accesiones, y tampoco entre los testigos, y el coeficiente de variación muestra que no hay diferencias entre el tamaño de las medias y la variabilidad en el número de huevos registrados a los cuatro días con un coeficiente de variación de 57,62 % y un valor p- 0,0001 realizado mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, lo que indica que no son datos significativamente diferentes de una distribución normal.

**Tabla 4-2:** Análisis de varianza para la primera evaluación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
<b>MODELO</b>	23,10	9	2,57	1,87	0,0856	ns
<b>ACCESIÓN</b>	23,10	9	2,57	1,87	0,0856	ns
<b>ERROR</b>	54,96	40	1,37			
<b>TOTAL</b>	78,06	49				
<b>C.V.</b>	57,62%					

p valor > 0,05 y > 0,01 = No significativo (ns)

p valor < 0,05 y > 0,01 = Significativo (\*)

p valor < 0,05 y < 0,01 = Altamente significativo (\*\*)

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

#### 4.1.2.2. Segunda evaluación

En la Tabla 4-3 el análisis de varianza con los registros de datos transformados con logaritmo natural a los siete días, muestra que no hay diferencia estadística significativa entre las accesiones, y tampoco entre los testigos, y el coeficiente de variación muestras que no hay diferencias entre el tamaño de las medias y la variabilidad en el número de huevos registrados a los siete días con un coeficiente de variación de 73,09% y un p-valor de 0,4308 determinado con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks.

**Tabla 4-3:** Análisis de Varianza Segunda evaluación

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>MODELO</b>	14,69	9	1,63	1,53	0,1698	ns
<b>ACCESIÓN</b>	14,69	9	1,63	1,53	0,1698	ns
<b>ERROR</b>	42,58	40	1,06			
<b>TOTAL</b>	57,27	49				
<b>C.V.</b>	73,09%					

p valor > 0,05 y > 0,01 = No significativo (ns)

p valor < 0,05 y > 0,01 = Significativo (\*)

p valor < 0,05 y < 0,01 = Altamente significativo (\*\*)

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

#### 4.1.2.3. Tercera evaluación

En la Tabla 4-4 el análisis de varianza con los registros de datos transformados con logaritmo natural a los 11 días, muestra que no hay diferencia estadística significativa entre las accesiones, y tampoco entre los testigos, y el coeficiente de variación muestras que no hay diferencias entre el tamaño de las medias y la variabilidad en el número de huevos registrados a los 11 días con un coeficiente de variación de 80,12% y un p-valor de 0,0984 determinado con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks.

**Tabla 4-4:** Análisis de Varianza Tercera evaluación

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>MODELO</b>	20,8	9	2,31	1,59	0,1527	ns
<b>ACCESIÓN</b>	20,8	9	2,31	1,59	0,1527	ns
<b>ERROR</b>	58,29	40	1,46			
<b>TOTAL</b>	79,09	49				
<b>C.V.</b>	80,12 %					

p valor > 0,05 y > 0,01 = No significativo (ns)

p valor < 0,05 y > 0,01 = Significativo (\*)

p valor < 0,05 y < 0,01 = Altamente significativo (\*\*)

**Realizado por:** Carrión, Katherine, 2024.

#### 4.1.2.4. Cuarta evaluación

En la Tabla 4-5 el análisis de varianza con los registros de datos transformados con logaritmo natural a los 14 días, muestra que hay diferencia estadística significativa entre las accesiones en referencia a la cantidad de huevo y el coeficiente de variación de 24,56% y un p-valor 0,0001 determinado con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, muestras que hay diferencias entre el tamaño de las medias y la variabilidad en el número de huevos registrados a los 14 días, en la que descarta la hipótesis nula en favor a la hipótesis alterna.

**Tabla 4-5:** Análisis de Varianza Cuarta evaluación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
<b>MODELO</b>	25,07	9	2,79	6,33	<0,0001	*
<b>ACCESIÓN</b>	25,07	9	2,79	6,33	<0,0001	*
<b>ERROR</b>	17,60	40	0,44			
<b>TOTAL</b>	42,68	49				
<b>C.V.</b>	24,56%					

p valor > 0,05 y > 0,01 = No significativo (ns)

p valor < 0,05 y > 0,01 = Significativo (\*)

p valor < 0,05 y < 0,01 = Altamente significativo (\*\*)

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

Según la prueba de Tukey al 5% realizado con los datos muestran que en la cuarta evaluación la separación de medias establece dos rangos diferente, uno de ellos agrupa a siete especies y el testigo INIAP-CIP- Libertad que presenta mayor resistencia debido a una menor cantidad de huevos, mientras que la accesión *Solanum albornozii* y el testigo absoluto se ubican en el grupo en el cual hay menos huevos lo cual puede atribuirse a una mayor resistencia frente a los vectores del virus *Bactericera cockerelli*.

**Tabla 4-6:** Prueba de Tukey al 5% para la Cuarta evaluación

ACCESIONES	MEDIA	GRUPOS
Testigo absoluto	0	A
<i>Solanum albornozii</i>	13,8	A
<i>Solanum minutifolium</i>	14,5	B
Testigo INIAP-CIP Libertad	16,2	B
<i>Solanum albicans</i>	17	B
<i>Solanum chilliasense</i>	17,2	B
<i>Solanum acaule</i>	19	B
<i>Solanum colombianum</i>	22,8	B
<i>Solanum andreanum</i>	26,4	B
<i>Solanum chomatophilum</i>	29,8	B

Realizado por: Carrión, Katherine, 2024.

## **4.2. Discusión de resultados obtenidos**

### **4.2.1. Resistencia a *Bactericera cockerelli***

La presente investigación que evalúa la resistencia de especies silvestres de papa a *Bactericera cockerelli* los datos obtenidos de las accesiones y comparados con el testigo absoluto (no infestado con huevos), mostraron que *Solanum minutifolium* accesión 28401 tuvo la menor cantidad de huevo al finalizar el período de evaluación (14 días) consecuentemente mostró resistencia a la oviposición de la hembra de *Bactericera cockerelli*, mientras que la *Solanum andreanum* accesión 28388 que presenta un promedio de los huevos de las cuatro evaluaciones de 173,8 haciéndola más susceptible al riesgo viral, debido a la presencia de huevos del insecto según (Dávila, 2014, pp. 4-5) existen varias razones para que las especies silvestres de papa sean más susceptibles al ataque de este insecto entre ellas la genética de la especie puede tener una mayor predisposición genética a ser susceptible por la falta de genes de resistencia otra de las razones son las características químicas ya que ciertas especies de papa silvestres producen menos compuestos químicos haciendo así más fácil el ataque de *Bactericera cockerelli* a la especie.

Así mismo se vio una disminución de oviposturas a partir de la cuarta toma de datos en *Solanum andreanum* accesión 28388 en la que se observa una disminución notoria en la cantidad de medias de oviposturas en la tercer evaluación de 83,6 y para la segunda evaluación disminuye a 26,4 y en general en la cuarta evaluación en todas las especies evaluadas existe una disminución en la cantidad de huevos ovipositados por *Bactericera cockerelli* esto se debe según (Rojas, 2021, pp. 81-83) la disminución de huevos puede estar afectada por factores biológicos o ambientales, como el comportamiento reproductivo de la hembra puede existir una baja fecundidad de la hembra o la interacción de la planta y el insecto ya que las especies silvestres con el pasar del tiempo desarrollan mecanismos de defensa lo que hace que la planta sea menos atractiva para el insecto. El ciclo de vida de *B. cockerelli* también es un factor importante de la disminución de oviposturas ya que dependiendo la etapa de desarrollo en la que se encuentra el insecto ya que puede experimentar cambios en su ciclo de vida.

### **4.2.2. Abundancia de huevos de *Bactericera cockerelli* Šulc.**

La abundancia de huevos de *Bactericera cockerelli*, observada en el estudio con datos obtenidos de la cantidad de huevos se relaciona a las condiciones consideradas óptimas para oviposición del insecto. Debido a que cubren tanto el haz como en envés de las hojas y las condiciones de temperatura de manejo del ensayo (27°C), que corresponde al rango óptimo para *Bactericera cockerelli* de acuerdo con lo reportado por la (EFSA, 2019, p. 1632)

En las tres primeras evaluaciones no existe una diferencia significativa entre las accesiones silvestres y los testigos. No existe una diferencia en la cantidad de oviposturas que colocan los insectos en las diferentes especies de *Solanum* de papa no con esto indica que no existen oviposturas al contrario las especies son atractivas para este insecto, teniendo en consideración que especies como *S. minutifolium* y *S. andreanum*. Según Yanchatipan (2020, pp. 33-40) menciona que este resultado de las tres primeras evaluaciones se puede dar por ciertas accesiones silvestres de papa que tengan características genéticas en donde presenten cierta resistencia a *B. cockerelli*, es importante mencionar que la cantidad de huevos depositados por los insectos puede variar por el ciclo de vida del insecto y por factores climáticos. Es por eso que en el monitoreo se observa que existe una mayor incidencia de huevos en la tercera evaluación siendo está a los 11 días.

En cuanto a la cuarta evaluación se observa que existe una diferencia significativa en la cantidad de huevos de *Bactericera cockerelli* en las accesiones silvestres y los testigos. A los 14 días la cantidad de oviposturas baja, esto por la falta de follaje y alimentación para el insecto, haciéndolo así menos favorable para *B. cockerelli*. Contrarrestando los resultados, Yanchatipan (2020, pp. 61-62) menciona que *B. cockerelli* obtuvo mayor cantidad de oviposturas a la segunda evaluación siendo ese su pico más alto de oviposturas.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Las especies silvestres *Solanum minutifolium* y *Solanum albornozii* demostraron una mayor resistencia al ataque de *Bactericera cockerelli*, evidenciada por la menor cantidad de oviposturas observadas. En contraste, *Solanum andreanum* y *Solanum acaule* mostraron una baja resistencia al insecto, ya que presentaron un mayor número de huevos. Esto sugiere que *S. minutifolium* y *S. albornozii* podrían ser potencialmente útiles en programas de mejoramiento genético para desarrollar variedades de papa más resistentes a esta plaga.

En las accesiones silvestres de papa, se observó una mayor incidencia de huevos de *Bactericera cockerelli* durante la tercera evaluación. Sin embargo, en la cuarta evaluación, la incidencia disminuyó debido a la falta de follaje y alimento, así como al ciclo de vida del insecto. Específicamente, *Solanum albornozii* y el testigo absoluto (sin infestación de huevos) presentaron una menor cantidad de huevos, lo que indica una mayor resistencia al ataque del insecto en comparación con otras accesiones.

## **5.2. Recomendaciones**

Realizar ensayos donde se determine el comportamiento de *Bactericera cockerelli* Šulc frente a otras especies.

Investigar otras accesiones silvestres de papa para identificar nuevas fuentes de resistencia a *Bactericera cockerelli*.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ABDULLAH.** *Life history of the Potato Psyllid Bactericera cockerelli (Homoptera: African J. Agric, Res. 3(1):.*
2. **ALFREDO, ÁLVAREZ Ureta Carlos.** Estudio de la dinámica poblacional de (Bactericera cockerelli) en dos sistemas de producción del tomate de árbol (*Solanum betaceum*). 2023.
3. **BARRIOS-DÍAZ, Benjamín.** Control alternativo de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.) En Chile serrano (*Capsicum annum L.*). 2016.
4. **CALDERÓN, Marcelo Aníbal.** Daños de Bactericera cockerelli en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)”, en el barrio Eloy Alfaro, Parroquia La Libertad. 2019.
5. **CARDONA-PIEDRAHITA, Luisa Fernanda, CASTAÑO-ZAPATA, Jairo y CEBALLOS-AGUIRRE, Nelson.** Epidemiología del tizón tardío (phytophthora infestans (mont.) de bary) en quince introducciones de tomate silvestre. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 2016, vol. 19, no 1, p. 45-54.* 2016.
6. **CASTILLO Carmen C., RIVADENEIRA J., RACINES M., CUESTA X.** *Bactericera cockerelli: un problema actual y Candidatus Liberibacter solanacearum: una amenaza. Ambato: VIII Congreso Ecuatoriano de la Papa.: Ambato, EC: CEP- 2019, 2019*
7. **CASTILLO Carmen C., VÁSQUEZ, María E. VÁSQUEZ Wilson & Jorge RIVADENEIRA R.** *Determinación de la resistencia genética de ocho especies silvestres de Solanum spp. a Bactericera cockerelli en invernadero, Quito, Ecuador. Quito : Quito, EC: INIAP-EESC, 2021, 2021.*
8. **CASEY D. BUTLER & TRUMBLE. John T.** The potato psyllid, Bactericera cockerelli (Sulc) (Homoptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. [En línea] 2011. [Citado el: 22 de noviembre de 2023.] DOI 10.1163/187498312X634266.
9. **CERNA CHÁVEZ, Ernesto, Mariana BELTRÁN BEACHE, Yisa María OCHOA FUENTES, HERNÁNDEZ BAUTISTA, Omegar & DELGADO ORTIZ. Juan Carlos.** Bactericera cockerelli vector de candidatus liberibacter solanacearum, morfometría Y

Haplotipos En Poblaciones De México. s.l. : *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, n.º 26 (julio). México, ME:81-94., 2021.

10. **CERNA-CHÁVEZ Ernesto, VEGA-CHÁVEZ Jorge Luis.** *Selectividad de insecticidas con el parasitoide Tamarixia triozae (Hymenoptera: Eulophidae) para el control de Bactericera cockerelli (Hemiptera: Triozidae).* 2021.
11. **COBOS MORA Fernando, HASANG MORAN Edwin, MEDINA LITARDO Reina, ORELLANA HIDALGO Edgar.** El cultivo de papa, recursos genéticos y retos para el futuro. [En línea] 2022. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2748/2346>.
12. **CONDO, Mercy Katherine.** Evaluación de métodos alternativos de control de Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En San Luis, Robamba, Chimborazo. 2021.
13. **CUESTA Xavier., VELÁSQUEZ José., PEÑAHERRERA Diego., CASTILLO Carmen.** *Guía de manejo de la punta morada de la papa, Quito, Ecuador.* Quito : Quito, EC: INIAP-EESC, 2021, 2021
14. **CUMANDA, OCLES Ayala Samira.** Diagnóstico y técnicas locales de manejo de *Bactericera cockerelli* Sulc en el cultivo de pimiento, (*Capsicum annum* L.), en la parroquia de San Vicente de Pusir, cantón Bolívar, provincia del Carchi. Universidad Politécnica Estatal Del Carchi Facultad De Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales Carrera De Agropecuaria Tulcan. [En línea] 2022. [Citado el: 12 de Octubre de 2023.]
15. **DÁVILA, Miriam.** *Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en Bactericera cockerelli (Sulc.) en Coahuila, México.* 2014.
16. **EFSA. European food safety authority (EFSA),** Pest survey card on *Candidatus Liberibacter solanacearum*. EFSA Supporting Publications, 2019, vol. 16, no 6, p. 1632E. 2019.
17. **MARTÍNEZ C Fabian E., Olga Y PÉREZ C, Diego A. ROJAS R y Ginna N. CRUZ. C, Vivienne HUPPERTZ.** Índice de huerta casera para mejorar la nutrición, complementando las características de las papas nativas. [En línea] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia; Coordinación de innovación regional Cundinamarca y Boyacá, C.I, 2016. [Citado el: 4 de Octubre de 2023.] [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Diego](https://www.researchgate.net/profile/Diego-Cruz-10)

o-Rojas-

11/publication/340884740\_INDICE\_DE\_HUERTA\_CASERA\_PARA\_MEJORAR\_LA\_NUTRICION\_COMPLEMENTANDO\_LAS\_CARACTERISTICAS\_DE\_LAS\_PAPAS\_NATIVAS/links/5ea2628392851c87d.

18. **JÁCOME MOGRO Emerson, AUZ CARVAJAL Diego, MARÍN QUEVEDO Karina, YENSON MOGRO, JIMÉNEZ JÁCOME. Cristian** Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli*, vector de la enfermedad de punta morada (Candidatus. s.l.: *Revista Investigación Agraria*. 2022;4(1) 26- 37, 2022.
19. **MEDINA, Miriam Desireé. et al.** Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2012, vol. 3, no 6, p. 1145-1155. 2012.
20. **MÉNDEZ, Rafael Bujanos RAMOS César.** *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*. 2015.
21. **NIKS, R. E., PARLEVLIT, J. E., LINDHOUT, P., & BAI, Y.** In *Breeding crops with resistance to diseases and pests*. Wageningen Academic.2019
22. **OIRSA. 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. 2015.
23. **PAINTER, R. H.** *Insect resistance in crop plants*. Soil Science, vol. 72, p.481. 1951
24. **PÉREZ, W., GAMARRA, H., ANDRADE-PIEDRA, J. Y J. KREUZE.** Manejo del psílido de la papa. [En línea] Diciembre de 2022. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/128123/REPORT\_Manejo%20del%20Ps%C3%ADlido%20de%20la%20Papa.pdf?sequence=1.
25. **QUIROGA-CARDONA, Julio.** *La resistencia incompleta del café a la roya: una revisión*. 2021.

- 26. RIVADENEIRA, Carmen Castillo & MARIA VÁSQUEZ & Wilson & VÁSQUEZ Jorge.** *Determinación de la resistencia genética de ocho especies silvestres de Solanum spp.* a. s.l. : primera edición digital, 2021.
- 27. RACINES JARAMILLO Marcelo., AMAGUA BAUTISTA Jessica., SUANGO SÁNCHEZ Verónica CUESTA SUBÍA Xavier.** *Producción y consumo de papa en Ecuador* : Quito, EC: INIAP-EESC, 2023, 2023
- 28. ROJAS, Tania Priscila Estrella. 2021.** Búsqueda de resistencia al Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary) en especies silvestres de Papa del Germoplasma del CIP. 2021
- 29. SARAGOSIN, Heidi Abigail.** *Revisión bibliográfica de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa (solanum tuberosum) en la provincia de Cotopaxi en el año 2023.* Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2023.
- 30. WALTERS, D. R.** *Why Do Plants Need Defenses?* Plant Defense. Wiley-Blackwell. 2010
- 31. YANCHATIPAN TOAPANTA Doris, Marisol.** Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En el campus ceasa de la. 2020.



## **ANEXOS**

### **ANEXO A MONTAJE DE JAULAS PARA ENSAYO**



### **ANEXO B SELECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL**



**ANEXO C IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES PARA ENSAYO**



#### **ANEXO D RECOLECCIÓN DE ESQUEJES**



#### **ANEXO E MONTAJE DE TUBOS CON SOLUCIÓN PARA INSERCIÓN DE ESQUEJES**



ANEXO F SELECCIÓN DE INSECTOS DE *Bactericera cockerelli*



ANEXO G RECOLECCIÓN DE MACHO Y HEMBRA PARA ENSAYO



**ANEXO H PAREJA DE INSECTOS COLOCADOS EN CADA ESPECIES**



**ANEXO I FINALIZACIÓN DEL ENSAYO**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 13/06/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Katherine Daniela Carrión Montesdeoca
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
 Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b>
 Ing. Carlos Francisco Carpio Coba <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b>