

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de insecticidas en la infestación de *Bactericera cockerelli* según la etapa fenológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi.”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Moreta Yambay Kevin Javier

TUTOR: MSc. Segundo Ramiro Mora Quilismal

Tulcán, 2021

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Moreta Yambay Kevin Javier con el número de cédula 040135857-7 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de insecticidas en la infestación de *Bactericera cockerelli* según la etapa fenológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....  
MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro  
**TUTOR**



f.....  
MSc. Herrera Ramírez Carlos David  
**LECTOR**

Tulcán, 14 de abril de 2021

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de Ingeniería en Desarrollo Integral Agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Moreta Yambay Kevin Javier con cédula de identidad número 040135857-7 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

Moreta Yambay Kevin Javier

AUTOR(A)

Tulcán, 14 de abril de 2021

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Moreta Yambay Kevin Javier declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de insecticidas en la infestación de *Bactericera cockerelli* según la etapa fenológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Moreta Yambay Kevin Javier

AUTOR(A)

Tulcán, 14 de abril de 2021

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por las bendiciones recibidas a lo largo de mi carrera estudiantil.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional a pesar de las adversidades.

A la prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por permitirme ser parte de su gran familia universitaria y formarme como un profesional.

A mis docentes, por la educación, apoyo y amistad que me han brindado en el transcurso de mi preparación profesional.

A los docentes: MSc. Ramiro Mora y MSc. David Herrera, por su guía en el desarrollo de este trabajo de titulación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en especial al Ing. Jovanny Suquillo y al Téc. Agr. Carlos Sevillano, por brindarme la facilidad y la guía brindada para el desarrollo de una de las investigaciones que se llevan a cabo en tan prestigiosa entidad.

A mis amigos y compañeros de aula, que han brindado el apoyo en el transcurso estudiantil.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Jhony Moreta y Carmen Yambay, por el constante apoyo en mi vida para formarme como buena persona y buen profesional.

A mis hijos Kaylee y Nicolás, por ser los motivos y las ganas de superarme cada día; por ellos y para ellos es todo el empeño que he desarrollado en este largo camino que con éxito he logrado.

A mi abuela Rosa Vallejo, que fue una de las pocas personas quien siempre creyó en mí y que se sentiría orgullosa por mis logros.

A mi abuelo Raúl Yambay por el cariño y educación que me ha dado, para ser una persona determinada y cumplir mis metas.

A mis hermanos, por el incondicional aliento que me dan cada vez que decaigo.

A todos los agricultores y campesinos, quienes llenan de alimento al país y al mundo a pesar de las circunstancias no favorables.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR.....	2
AUTORÍA DE TRABAJO.....	3
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
DEDICATORIA.....	6
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ÍNDICE DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE ANEXOS.....	14
RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
I. PROBLEMA.....	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	21
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.2.1. CULTIVO DE LA PAPA.....	22
2.2.1.1. Origen.....	22

2.2.1.2. Taxonomía. ....	22
2.2.1.3. Morfología. ....	22
2.2.1.4. Variedad capiro. ....	23
2.2.1.4.1. Desarrollo fenológico.....	23
2.2.1.4.2 Características agronómicas.....	24
2.2.1.4.3. Requerimientos nutricionales.....	24
2.2.1.4.4. Requerimientos edafoclimáticos. ....	24
2.2.1.4.5. Manejo cultural del cultivo. ....	25
2.2.1.4.6. Plagas y enfermedades. ....	26
2.2.2. PARATRIOZA - <i>Bactericera cockerelli</i> . ....	28
2.2.2.1. Taxonomía. ....	28
2.2.2.2. Morfología. ....	28
Huevecillos.....	28
Estadios ninfales. ....	28
Adulto.....	29
2.2.2.3. Tamaño del insecto. ....	29
2.2.2.4. Temperatura y desarrollo. ....	30
2.2.2.5. Biología.....	30
2.2.2.6. Daños causados por <i>Bactericera cockerelli</i> . ....	30
2.2.2.6.1. Directos. ....	30
2.2.2.6.2. Indirectos.....	31
2.2.2.7. Control cultural. ....	31
2.2.2.8. Control biológico. ....	32
2.2.2.9. Control legal.....	32
2.2.2.10. Control químico. ....	33
2.2.3. INSECTICIDAS. ....	40
2.2.3.1. Acción sobre el sistema nervioso o muscular. ....	40

Grupo 1 Inhibidores de la acetilcolinesterasa.....	40
Grupo 3 Moduladores del canal de sodio. ....	40
Grupo 4 Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina. ....	40
Grupo 5 Activadores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – Sitio I.....	40
Grupo 6 Activadores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato. ....	40
Grupo 9 Moduladores del canal TRPV de los órganos cordotonales.....	40
Grupo 22 Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje. ....	41
Grupo 28 Moduladores del receptor de la rianodina. ....	41
Grupo 29 Moduladores de los órganos cordotonales – sin punto de acción definido. ....	41
2.2.3.2. Acción sobre el crecimiento y desarrollo. ....	41
Grupo 7 Miméticos de la hormona juvenil.....	41
Grupo 10 Inhibidores del crecimiento de ácaros afectando CHS1.....	41
Grupo 15 Inhibidores de la biosíntesis de quitina afectando CHS1.....	41
Grupo 16 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1. ....	41
Grupo 17 Disruptores de la muda, dípteros.....	41
Grupo 18 Agonistas del receptor de ecdisoma. ....	41
Grupo 23 Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa.....	42
2.2.3.3. Acción sobre la respiración. ....	42
Grupo 20 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III.....	42
Grupo 21 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I.....	42
Grupo 24 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial IV.....	42
Grupo 25 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial II. ....	42
2.2.3.4. Acción sobre el sistema digestivo. ....	42
Grupo 11 Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos. ....	42
Grupo 31 Virus patógenos ocluidos específicos del huésped.....	42
2.2.3.5. Modo de Acción no conocido o incierto. ....	43
Grupo 8 - Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio). ....	43

Grupo UN - Compuestos de modo de acción desconocido o incierto. ....	43
Grupo UNE - Extractos vegetales y aceites crudos de modo de acción desconocido o incierto. ....	43
Grupo UNF - Hongos entomopatógenos de modo de acción desconocido o incierto. ....	43
Grupo UNM - Disruptores mecánicos no específicos. ....	43
III. METODOLOGÍA .....	44
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	44
3.1.1. Enfoque .....	46
3.1.2. Tipo de Investigación.....	46
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	46
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	47
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	50
3.4.1. Análisis Estadístico .....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53
4.1. RESULTADOS .....	53
4.1.1. Análisis de la variable Infestación de Huevos. ....	53
4.1.2. Análisis de la variable Infestación de Ninfas.....	55
4.1.3. Análisis de la variable Infestación de Adultos.....	57
4.1.4. Análisis de la variable Incidencia de la plaga. ....	58
4.1.5. Rendimiento de cosecha de papa en T/Ha <sup>-1</sup> . ....	59
4.2. DISCUSIÓN.....	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
5.1. CONCLUSIONES.....	62
5.2. RECOMENDACIONES .....	62
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
V. ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Fases fenológicas del cultivo de papa variedad Diacol Capiro. ....	23
<i>Figura 2.</i> Medias de la variable Infestación de Huevos de Bactericera Cockerelli (número de huevos/planta y días de aplicación después de la siembra). ....	54
<i>Figura 3.</i> Medias de la variable Infestación de Ninfas de Bactericera Cockerelli (ninfas/planta y días de aplicación después de la siembra). ....	56
<i>Figura 4.</i> Medias de la variable Infestación de Adultos de Bactericera Cockerelli (adultos/planta y días de aplicación después de la siembra). ....	58
<i>Figura 5.</i> Incidencia de Bactericera cockerelli (medias y tratamientos).....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Taxonomía de la papa.</i> .....	22
Tabla 2. <i>Clasificación de la cosecha para la comercialización de papa.</i> .....	26
Tabla 3. <i>Principales enfermedades de la papa.</i> .....	26
Tabla 4. <i>Principales plagas de la papa.</i> .....	27
Tabla 5. <i>Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i>.</i> .....	28
Tabla 6. <i>Tamaño de los estadios de desarrollo de <i>Bactericera cockerelli</i>.</i> .....	30
Tabla 7. <i>Organismos de control Biológico de <i>Bactericera cockerelli</i>.</i> .....	32
Tabla 8. <i>Grupos de insecticidas para el control psílido de la papa y tomate.</i> .....	33
Tabla 9. <i>Cuadro de referencia básico de recomendación de insecticidas para el control químico <i>Bactericera cockerelli</i> en el cultivo de la papa en regiones agrícolas de México.</i> .....	35
Tabla 10. <i>Datos Geográficos.</i> .....	44
Tabla 11. <i>Condiciones Edafo-climáticas.</i> .....	44
Tabla 12. <i>Calendario de aplicaciones de los insecticidas de acuerdo al grupo químico, ingrediente activo, modo de acción y dosis.</i> .....	45
Tabla 13. <i>Análisis de Variables.</i> .....	47
Tabla 14. <i>Tratamientos a aplicar.</i> .....	51
Tabla 15. <i>Análisis de Varianza de la variable Infestación de Huevos de <i>Backtericera Cockerelli</i> en el cultivo de papa.</i> .....	53
Tabla 16. <i>Análisis de Varianza de la variable Infestación de Ninfas de <i>Backtericera Cockerelli</i> en el cultivo de papa.</i> .....	55
Tabla 17. <i>Análisis de Varianza de la variable Infestación de Adultos de <i>Backtericera Cockerelli</i> en el cultivo de papa.</i> .....	57
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza de incidencia de <i>Backtericera Cockerelli</i> en el cultivo de papa</i> .....	58
Tabla 19. <i>Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de la plaga de <i>Bactericera cockerelli</i> en el cultivo de papa. Bolívar-Carchi, 2020.</i> .....	59
Tabla 20. <i>Análisis de Varianza de Rendimiento Total de tubérculos en el cultivo de papa.</i> ....	60

Tabla 21. *Rendimiento promedio en t/ha<sup>-1</sup> por categoría de papa de la variedad Diacol Capiro. Bolívar-Carchi, 2020.*.....60

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación .....	67
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas.....	68
Anexo 3: Clasificación y modo de acción de insecticidas para el control de <i>Bactericera cockerelli</i> según IRAC; 2018.....	70
Anexo 4: Propuesta de manejo de <i>Bactericera cockerelli</i> por fase fenológica del cultivo y grupo químico del insecticida.....	71
Anexo 5: División de parcelas. ....	72
Anexo 6: Medición de dosificaciones de los insecticidas.....	73
Anexo 7: Aplicación de insecticidas.....	74
Anexo 8: Huevos y ninfa de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	75
Anexo 9: Nudos gruesos (daños). ....	76
Anexo 10: Contabilidad de huevos y ninfas. ....	77

## RESUMEN

El cultivo de papa *Solanum tuberosum*, va en constante crecimiento a lo largo de los años en las provincias de la sierra en el Ecuador, pero hoy en día muchos de los cultivos de papas han sido afectados por un psilido, llamado Paratrioza (*Bactericera cockerelli*); la cual, es responsable de transmitir la bacteria patogénica a *Candidatus Liberibacter solanacearum*. La investigación se desarrolló con el objetivo de probar la aleatorización y veces de aplicaciones de los insecticidas para el control en contra de la infestación de Paratrioza, para lo cual se diseñó un ensayo con un diseño experimental de bloques completamente al azar, en los cuales se dieron tratamientos de 3, 6, 9 y 4 aplicaciones de insecticidas de forma aleatoria de acuerdo a su modo de acción. Se midieron variables tales como: Infestación de huevos, ninfas y adultos de la plaga; su incidencia y el rendimiento de la cosecha de papa. Tras el análisis estadístico no se pudo determinar diferencias estadísticas en la variables de infestación de huevos y adultos y en rendimiento de la cosecha de papa, pero si en la infestación de ninfas, en la toma de muestras de la cuarta aplicación con una media de 1,08 ninfa por planta en el tratamiento 5 con rango A y con una media 1,62 ninfa por planta en el tratamiento 2 con rango B; así mismo, en la toma de muestras de la séptima aplicación con una media de 0,82 ninfa por planta en el tratamiento 3 con rango A y con una media 1,54 ninfa por planta en el tratamiento 2 con rango B. También en la variable incidencia de la plaga se determinaron diferencias estadísticas, dando como resultado que en tratamiento 3 tuvo menor afectación con el 16% y de mayor afectación el tratamiento 5 con el 38,67% de plantas cultivadas. Se concluyó que el tratamiento 3 con 9 aplicaciones, fue el que tuvo mejor control ante la plaga, ya que tuvo menor incidencia de la plaga y aunque en el rendimiento de la cosecha de papa no hubo diferencias estadísticas se pudo observar una mejor cantidad en la cosecha.

**Palabras claves:** papa, paratrioza, *Bactericera cockerelli*, insecticidas, *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

## ABSTRACT

The potato crop, *Solanum tuberosum*, has been constantly growing over the years in the highland provinces of Ecuador, but today many of the potato crops have been affected by a psilid, called Paratrioza (*Bactericera cockerelli*); which is responsible for transmitting the pathogenic bacteria to *Candidatus Liberibacter solanacearum*. This research was developed with the objective of testing the randomization and times of insecticide applications for the control against the Paratrioza infestation, for which a trial was designed with an experimental design of completely randomized blocks, in which they gave treatments of 3, 6, 9 and 4 insecticide applications randomly according to their mode of action. Variables such as: Infestation of eggs, nymphs and adults of the pest; its incidence and the yield of the potato crop. After the statistical analysis, it was not possible to determine statistical differences in the variables of infestation of eggs and adults and in potato crop yield, but in the infestation of nymphs. In the sampling of the fourth application with an average of 1 .08 nymph per plant in treatment 5 with rank A and with a mean 1.62 nymph per plant in treatment 2 with rank B. Likewise, in the sampling of the seventh application with a mean of 0.82 nymph per plant in treatment 3 with rank A and with a mean 1.54 nymph per plant in treatment 2 with rank B. Also in the Variable incidence of the plague, statistical differences were determined, resulting in treatment 3 having less affectation with 16% and treatment 5 with a greater affectation with 38.67% of cultivated plants. It was concluded that treatment 3 with 9 applications, was the one that had better control against the plague, since it had a lower incidence of the plague and although there were no statistical differences in the yield of the potato crop, a better quantity could be observed in the harvest.

**Keywords:** potato, paratrioza, *Bactericera cockerelli*, insecticides, *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

## INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial en un año se producen 290 millones de toneladas (t), cultivándose alrededor de 13.85 millones de hectáreas (ha) (Román & Hurtado, 2002). Es usada en la industria en Europa para la producción de whisky, vodka, almidón y así mismo como para comidas rápidas y chips. La papa (*Solanum tuberosum*) según Pumisacho y Velásquez (2009), es originaria de América del Sur y se la cultiva hace cuatro mil años aproximadamente y formaba parte de la alimentación de los incas. Es el cuarto cultivo sembrado en más de 100 países y es el alimento básico de los países desarrollados. La papa es considerada uno de los cultivos más importantes de la Sierra alta de Ecuador, según ESPAC (2019), tiene una superficie cultivada de 32.742 Ha. Según Monteros (2016), menciona que este cultivo genera ingresos económicos a aproximadamente 82.000 agricultores ya que es uno de los productos más consumidos en la población ecuatoriana, tanto fresca como procesada (INIAP, 2018); además es rica en proteínas y cuenta con aminoácidos y vitamina C. A mediados del 2014 en la provincia del Carchi, investigadores del INIAP detectaron síntomas atípicos como clorosis, coloración morada en las hojas, enrollamiento de hojas y apareamiento de tubérculos aéreos; que posterior al análisis de PCR-RFLP, concluyeron previamente que se trataba de un fitoplasma causante de tal sintomatología atípica en los cultivos de papa, no conocido en Ecuador (Rivadeneira, et-al, ¿La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador?. Memorias del VI Congreso Ecuatoriano de la Papa., 2015). Entre las plagas que en la actualidad están azotando a este cultivo, se encuentra la *Bactericera cockerelli*, que es un vector transmisor de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Lso), afectando y sorprendiendo a los agricultores de México, Estados Unidos y Nueva Zelanda (Castillo, Zhen, Snyder, & Jensen, 2017), donde mencionan en su informe que el psilido de la papa fue la plaga más abundante que se encontró a lo largo del todo el año experimentado, lo cual ha afectado a plantaciones de tomate, como lo mencionan Rivera, Ramírez & Acosta (2018); que han sufrido pérdidas económicas del 70% al 80% por presencia del amarillamiento y aborto floral, siendo atribuidas estos daños a causa de la *Bactericera cockerelli*. Por lo tanto, el control de esta plaga es de suma importancia en la provincia del Carchi ya que esto puede causar pérdidas significativas dentro la agricultura y su economía, en especial en las zonas bajas de la provincia; así como el cantón Bolívar, que en la actualidad ya han optado por producir otros cultivos, eliminando a la papa de sus preferencias (Suquillo, 2018). Existe en la Guía de manejo de la punta morada de la papa, publicada por el INIAP en el 2018 un anexo sobre la propuesta de manejo de *Bactericera cockerelli* por fase fenológica del cultivo y grupo químico del insecticida, en el que se basó el experimento.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La papa en el Ecuador es afectada por varias enfermedades que pueden llegar a causar grandes pérdidas en los agricultores, entre las cuales encontramos: tizón tardío (*Phytophthora infestans*), roya (*Puccinia pittieriana*), roña (*Spongospora subterranea*), rizoctonia (*Rhizoctonia solani*), virus X (PVX), virus Y (PVY), amarillamiento de venas (PYVV) y el virus de enrollamiento de las hojas (PLRV), principalmente (Pumusacho & Sherwood, 2002).

Rivadeneira (2015), afirma que en junio del 2013 en la provincia del Carchi se diagnosticó punta morada de la papa, por primera vez, posiblemente producido por un fitoplasma.

Caicedo (2020) detectó en su reporte a la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso), asociada con el Zebra chip o manchado del tubérculo, que a su vez es transmitida por *Bactericera cockerelli* (Muyaneza, Crosslin, & Upton, 2007).

En el cantón Bolívar se ha observado como los lotes de papas al estado vegetativo se muestran asintomáticas, pero con el pasar del tiempo y específicamente al inicio de la floración, las plantas evidencian los síntomas típicos del ataque de *Bactericera cockerelli* como clorosis, amarillamiento y tubérculos aéreos; pese a los controles químicos realizados (Suquillo J., 2018).

Partiendo de esto, es evidente que los agricultores no saben en qué etapa fenológica de la papa, la infestación de *B. cockerelli* ataca al cultivo de papa, debido que las sintomatologías se presentan a partir de la floración.

Los efectos de la plaga han puesto en alerta a los productores de la zona baja (cantón Bolívar) así como la preocupación de los productores de las zonas altas (Montufar, Tulcán, Huaca y Espejo) por la posible propagación de la misma a sus cultivos.

Esto se da a que el agricultor desconoce en qué estado fenológico ataca severamente la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) a la producción de papa.

### 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La infestación de *Bactericera cockerelli* está afectado al rendimiento y aumentando los costos de producción del cultivo de papa en el cantón Bolívar.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La optimización en el uso de los insecticidas, así como la alternabilidad de ellos; contribuirán en el adecuado control del psílido *Bactericera cockerelli*, permitiendo mejorar el rendimiento en el cultivo de papa y bajar los costos de producción ya que en la actualidad son elevados por la grave infestación de este psílido, llevando más de 5 años esparciéndose en el Ecuador (Suquillio, Sevillano, Bastidas, & Chulde, 2018).

Se realizó aplicaciones de insecticidas en varias etapas fenológicas de la planta, analizando la etapa crítica donde la infestación de *B. cockerelli* afectó al cultivo.

Las aplicaciones de insecticidas fueron de acuerdo a las dosis sugeridas y se aplicó aleatoriamente distintos insecticidas.

El análisis que se realizó tiene como fin bajar los costos de producción y atacar a la infestación.

### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo General**

“Evaluar insecticidas en la infestación de *Bactericera cockerelli* según la etapa fenológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi.”

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Determinar el estado fenológico de mayor vulnerabilidad de la planta al ataque de *Bactericera cockerelli* que afecte la producción de papa.

Monitorear la incidencia de huevos, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli*.

Determinar el rendimiento de producción de papa por tratamiento evaluado.

Establecer el mejor tratamiento en el control de Paratrioza.

#### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

¿En qué estado fenológico de la papa (*Solanum tuberosum*) es más vulnerable al ataque de *Bactericera cockerelli*?

¿Cómo se monitorea la incidencia de huevos, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli*?

¿Qué tratamiento tendrá el mejor rendimiento de producción de papa?

¿Cuál tratamiento fue el mejor para el control de Paratrioza?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Castillo (2019) en su charla en el VIII Congreso Ecuatoriano de la Papa con el tema *Bactericera cockerelli: un problema actual y Candidatus Liberibacter solanacearum: una amenaza* menciona que identificó el psílido del tomate y papa *Bactericera cockerelli*, que causa el “Psyllid yellows” (Munyaneza & Henne, 2013).

Caicedo (2020) en su primer reporte *Candidatus Liberibacter solanacearum' in Ecuador and in South America*, afirma que divisó bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* a la cual se le responsabiliza por presentar cebrá chip o manchado en el tubérculo, aseverando Munyaneza (2007) que es transmitida por *Bactericera cockerelli*.

En agosto del 2018, Agrocalidad detectó un foco de infestación en el cantón Bolívar (Suquillo, 2018). Inmediatamente se levantó información de campo y se determinó que de las 132 hectáreas sembradas en el cantón Bolívar, 83 hectáreas (63%) se encuentran afectadas con el ataque de *Bactericera cockerelli*. Los síntomas más frecuentes que se registraron fueron clorosis, amarillamiento, tubérculos aéreos y nudos gruesos. Además, la información de campo detectó que no hay variedad de papa resistente o tolerante al ataque de la plaga; así los síntomas se observaron en las variedades Diacol-Capiro, Única Pera, Única y Súper Chola (Suquillo, Sevillano, Bastidas, & Chulde, 2018)

El 28 de noviembre del 2018 por acciones emprendidas por la Subsecretaria de Producción del MAG y con el apoyo económico de Syngenta se tuvo la presencia de la Dra. Lorena Lastres, experta en manejo de la plaga. Entre los aportes significativos se enmarcó en la eliminación de plantas hospederas, monitoreo permanente de la plaga, entendimiento del ciclo biológico para el control químico o biológico y no continuar realizando más controles si la planta se encuentra infectada por la bacteria o fitoplasma transmitida por la plaga *Bactericera cockerelli* (Lastres, 2018).

En países que conviven con la plaga como el caso de Honduras han determinado que, si las plantas son infectadas durante el período vegetativo, la planta deja de crecer y muere prematuramente. Si la inoculación ocurre al inicio de la tuberización (alrededor de 40 días después de la siembra) la planta muere antes de completar su ciclo (Espinoza, Brown, Rivas, & Weller, 2014).

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. CULTIVO DE LA PAPA.

#### 2.2.1.1. Origen.

El cultivo de papa empieza hace 8.000 años aproximadamente, cerca del lago Titicaca, en la frontera de Bolivia y Perú, las comunidades de ese entonces empezaron a domesticar plantas silvestres de papa que abundaban en los alrededores. Como también los agricultores andinos cultivaron muchas hortalizas y cereales, entre sus variados cultivos las papas eran adecuadamente para la zona del valle quechua, que se extendían de 3.100 a 3.500 msnm (FAO, 2008)

#### 2.2.1.2. Taxonomía.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de la papa:

Tabla 1.

*Taxonomía de la papa.*

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Asteridae
ORDEN	Solanales
FAMILIA	Solanáceas
GÉNERO	Solanum
ESPECIE	Tuberosum

Fuente: Huacanes, (2017)

#### 2.2.1.3. Morfología.

Pumisacho & Velásquez (2009) presentan:

La planta de papa está conformada por tallos aéreos y subterráneos, donde se sostienen las hojas flores y tubérculos respectivamente. En el brote del tubérculo nace el tallo principal y en la yema subterránea de este nace el tallo secundario, la rama brota de las yemas aéreas del tallo principal y los estolones de las yemas subterráneas que son los responsables de transportar los azúcares que se depositan en los tubérculos como almidones; el tubérculo es donde se almacenan las reservas; las raíces son responsables de la absorción de agua; las hojas transforman la energía; flores de cinco pétalos soldados, con colores que varían desde el color blanco al morado y son las encargadas de la reproducción sexual; el fruto aparece en el estado

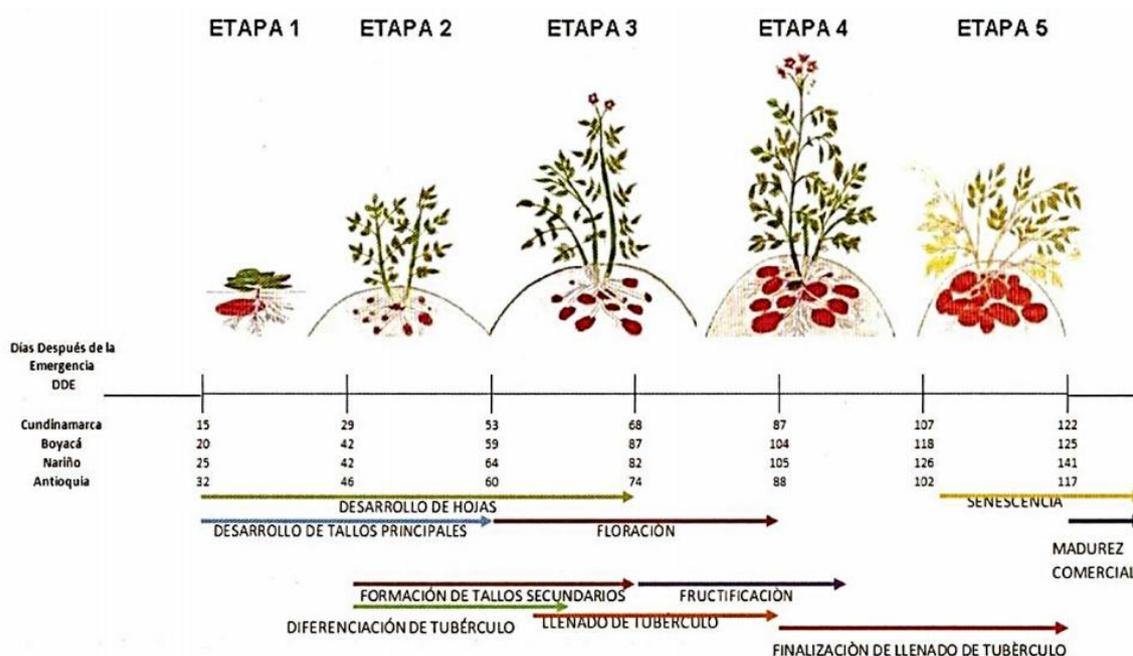
maduro de la planta siendo una baya (tzímbalo) de forma redonda con un diámetro de 5 cm aproximadamente; la semilla se la denomina al tubérculo usado para la producción de la papa; el fruto contiene la semilla sexual y se usa para mejoramiento genético.

#### 2.2.1.4. Variedad capiro.

Según Porras & Herrera (2015) la variedad Capiro tiene un periodo vegetativo de aproximadamente 165 días en alturas de 2.600 msnm, pero se adapta a condiciones entre 2.000 y 3.200 msnm, con un periodo vegetativo de cuatro y medio a seis meses, duración que dependerá de la temperatura. El rendimiento comercial está sobre las 40t/ha<sup>-1</sup>, con su materia seca del 20% al 22%.

##### 2.2.1.4.1. Desarrollo fenológico.

Porras & Herrera (2015) citan a Valbuena (2010) mencionando: que la variedad Capiro presentó el siguiente comportamiento agronómico, por etapas de desarrollo en tres ciclos consecutivos:



**Figura 1.** Fases fenológicas del cultivo de papa variedad Diacol Capiro.

Fuente: Porras & Herrera (2015).

**Etapa 1. Desarrollo de tallos principales.** En esta etapa las raíces aun no cumplen su función de absorción, ya que inicialmente dependerá de las reservas presentes del tubérculo que se use como semilla; las primeras hojas empiezan su desarrollo a partir del tallo principal; en esta etapa presentan un crecimiento acelerado.

**Etapa 2. Formación de tallos secundarios.** Con el crecimiento de los brotes y tallos secundarios, aumenta el número de folíolos y así también en sus raíces para posteriormente

activarse en la toma de nutrientes, usándolos para el crecimiento de estructuras aéreas y subterráneas.

**Etapa 3. Floración.** En esta etapa la planta presenta su número máximo de folíolos, así como sus flores abiertas. Además, sus tubérculos van apareciendo; esta se considera la etapa más crítica del desarrollo ya que aquí representa el 63% de la producción que va a tener la planta.

**Etapa 4. Formación de bayas.** Aquí continúa con la formación de estolones y comienza la fase final del engrosamiento del tubérculo, así mismo empieza el desarrollo de los frutos. En esta etapa la parte foliar inferior empieza a amarillarse que posteriormente acabará con la planta, así mismo la planta empieza a declinar el área foliar.

**Etapa 5. Senescencia.** Posterior al amarillamiento de las hojas, llega la senescencia o muerte de la planta; con esto la materia acumulada en la parte aérea de la planta es translocada a los tubérculos, con lo que termina la fase de engrosamiento, presenta madurez comercial cuando los tubérculos llenan completamente y fijan su piel.

#### **2.2.1.4.2 Características agronómicas.**

Las características agronómicas de la papa variedad Diacol Capiro son:

Según Romo, J. (2016) es de amplia adaptación, desde 1800 a 3200 m de altitud, según Noroña & Tipanquiza (2010) necesita de 145 a 170 días a la cosecha, moderadamente resistente a “lancha”, altura de planta 0,70 a 1,20 metros y de 20 a 25 tubérculos por planta.

#### **2.2.1.4.3. Requerimientos nutricionales.**

Según White, Whcatley, Hammond, & P and Zhang, 2007, el cultivo de papa demanda grandes cantidades de nutrimentos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) durante todo su ciclo y es una de las hortalizas de mayor rentabilidad con altos costos de producción que genera excesiva aplicación de insumos (pesticidas, agua y fertilizantes).

Bertsch (2003) reporta que este cultivo absorbe 220, 20, 240, 60 y 20 kg/ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca y Mg respectivamente para una producción de 20 t/ha<sup>-1</sup>, lo que evidencia los altos requerimientos nutrimentales que presenta el cultivo.

#### **2.2.1.4.4. Requerimientos edafoclimáticos.**

Los requerimientos edafoclimáticos según Parsons (2010) son:

- **Temperatura.**

Durante su crecimiento necesitan llegar hasta los 20°C para buen desarrollo de las plantas, durante el desarrollo de los tubérculos es necesario una temperatura entre 16 y 20°C.

- **Luz.**

El tubérculo no necesita de luz para brotar, pero cuando ya emerge, la necesita para su desarrollo

- **Humedad.**

La planta necesita de una continua provisión de agua en el crecimiento, dando la cantidad total de agua para el cultivo es de 500mm aproximadamente

- **Suelo.**

El cultivo de papa puede crecer en casi todo tipo de suelo con excepciones en suelos muy húmedos, ya que la semilla se puede podrir

#### **2.2.1.4.5. Manejo cultural del cultivo.**

Según Pumusacho & Sherwood (2002) las labores culturales son actividades que se realizan después de que las plantas han nacido.

En el Ecuador las principales prácticas culturales que se asocian al manejo agronómico de la papa están:

- **Retape.** Esta labor se realiza comúnmente en el Carchi, consiste en incorporar fertilizante y control mecánico de malezas, realizándolo entre los 15 y 21 días después de la siembra.
- **Rascadillo.** Consiste en remover parte de la superficie del suelo y con ello controlar las malezas, permitiendo que el suelo se airee. Se la realiza de los 30 a 35 días después de la siembra.
- **Medio aporque y aporque.** En esta labor se arrima tierra a las plantas y formando los camellones. Depende del ciclo del cultivo o si existen problemas de drenaje la ejecución de dos aporques; se puede realizar a los 50 a 60 días y el segundo a los 70 hasta los 80 días después de la siembra. Cabe mencionar que en el medio aporque se realiza la incorporación restante de la fertilización.
- **Riego.** En caso de ser necesario se realiza esta práctica, dependiendo de la altitud, precipitación y la humedad relativa de la ubicación. Desde el crecimiento hasta la floración y tuberización necesitan agua para uniformidad del cultivo y del rendimiento a la cosecha. En el caso de realizar cultivos en tiempo de verano, es importante dar riegos frecuentes y ligeros.
- **Cosecha.** En el Ecuador, por lo general, los agricultores dejan el cultivo hasta que aparezca la senescencia de la planta, en otras palabras, cuando los tallos ya se viran y las hojas se amarillan. Todo depende del mercado, ya que para mercados frescos son importantes varias características como forma, tamaño y apariencia del tubérculo.

Los productos cosechados se los puede clasificar por tamaño y peso:

Tabla 2.

*Clasificación de la cosecha para la comercialización de papa.*

CLASES	PESO
<b>Primera, gruesa o chaupi</b>	> 121g
<b>Segunda o redroja</b>	71 a 120 g
<b>Tercera o redrojilla</b>	51 a 70 g
<b>Cuarta o fina</b>	31 a 50 g
<b>Cuchi o cuambiaca</b>	< 30g

Fuente: Pumisacho, M. & Sherwood, S., 2002

#### **2.2.1.4.6. Plagas y enfermedades.**

El cultivo de papa es afectado por numerosos organismos que, en determinadas condiciones, causan daño económico (Egúsquiza, 2013).

Los distintos patógenos pueden llegar afectar al rendimiento y la calidad de la cosecha, que entre ellos podemos encontrar a insectos, virus, bacterias, hongos o nematodos.

Entre las principales enfermedades encontramos:

Tabla 3.

*Principales enfermedades de la papa.*

NOMBRE COMÚN	AGENTE CAUSAL
Tizón tardío o Gota	<i>Phytophthora infestans</i>
Alternaria o Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>
Rhizoctonia o Costra negra	<i>Rhizoctonia solani</i>
Roya común	<i>Puccinia pittieriana</i>
Cenicilla o Mildeo polvoso	<i>Erysiphe cichoracearum</i>
Mortaja blanca o Palomillo	<i>Rosellinia sp</i>
Marchitez bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>
Pata Negra	<i>Erwinia carotocora</i>
Virus de enrollamiento de las hojas	PLRV
Mop top	PMTV
Virus del amarillamiento de las venas	PYVV

Fuente: Cámara de comercio de Bogotá, 2015

Tabla 4.

Principales plagas de la papa.

CLASIFICACIÓN	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Plagas de suelo / tubérculo.	Chizas	<i>Phylophaga obsoleta</i> , <i>ancognata sacarabaelodes</i> – <i>Clavipalpus ursinus</i>
	Gusano blanco	<i>Premnotrypes vorax</i>
	Tiroteador	<i>Naupactus sp</i>
	Polilla pequeña o palomilla	<i>Phthorimaea operculella</i>
	Polilla Guatemalteca	<i>Tecia solanivora</i>
	Babosa	<i>Milax gagates</i>
	Nemátodos	<i>Meloidogyne sp. Globodera</i> <i>rostochiensis</i>
Plagas del follaje y/o frutos	Polilla pequeña o palomilla	<i>Phthorimaea operculella</i>
	Pulguilla	<i>Epitrix cucumeris</i>
	Afidos o pulgones	<i>Myzus sp</i> y <i>Aphis sp</i>
	Toston, mosco	<i>Lyrionyza huidobrensis</i>
	Trips	<i>Frankiniella tuberosi-thrips</i> <i>palmi</i>
	Mosca blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
	Gusanos de follaje	<i>Copitarsia consueta</i>
	Trozadores	<i>Agritus ipsilon</i>
	Paratrioza	<i>Bactericera cockerelli</i>
Plagas de Almacenamiento	Polilla pequeña o palomilla	<i>Phthorimaea operculella</i>
	Polilla Guatemalteca	<i>Tecia solanivora</i>
	Afidos	<i>Rhopalosiphoninus</i> <i>latysiphon</i>

Fuente: Egúsqüiza, 2013.

## 2.2.2. PARATRIOZA - *Bactericera cockerelli*.

### 2.2.2.1. Taxonomía.

Tabla 5.

*Taxonomía de Bactericera cockerelli.*

Hemiptera	Triozidae (CAB International, 2015)
Orden	Hemiptera
Suborden	Homoptera
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Triozidae
Género	Bactericera (=Paratrioza)
Especie	Cockerelli cockerelli (Sulc)
Nombre de la plaga	<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) 1909
Sinónimo	Paratrioza cockerelli (Sulc)

Fuente: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2015.

### 2.2.2.2. Morfología.

Según Marín (1995) citado por la OIRSA (2015) mencionan los siguientes estados biológicos:

#### **Huevecillos.**

Son ovoides de color anaranjado amarillento, con un pequeño filamento en uno de sus bordes con el cual se sujetan en el envés de la hoja; por lo general son depositados separadamente y cerca del borde de la hoja.

#### **Estadíos ninfales.**

Son cinco, siendo aplanados dorso ventralmente, de forma ovalada y con ojos bien definidos. Las antenas son sencillas placoideas, y aumentarán mediante el crecimiento y avance de los estadios. En su cuerpo presentan estructuras cilíndricas con filamentos cerosos.

##### **- Primer estadio.**

Con de color naranja con las antenas basales cortas y gruesas que se adelgazan hasta un segmento con dos setas sensoriales; se notan los ojos de color anaranjado más fuerte, el segmento de las patas es poco visible y su cuerpo no es bien definido.

##### **- Segundo estadio.**

En este estadio se pueden observar las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen; las antenas son gruesas y se adelgazan en su parte apical presentando dos setas sensoriales; los ojos son

visibles, el tórax es de color verde amarillento incrementando su tamaño tanto como el abdomen, definiendo sus estructuras.

- **Tercer estadio.**

Son notorias las segmentaciones entre tórax, cabeza y abdomen. La cabeza es de color amarillo, las antenas no cambian, los ojos se vuelven de color rojizo, el tórax presenta tono verde amarillento y el abdomen es de color amarillento.

- **Cuarto estadio.**

La cabeza y antenas no cambian, la segmentación de las patas se vuelve notoria y la separación del abdomen y tórax ya se vuelve totalmente evidente,

- **Quinto estadio.**

Ya se definen los segmentos entre cabeza, tórax y abdomen. Se vuelve de tonalidad verdosa, presenta tres pares de patas en la región del tórax, presenta los paquetes alares claramente diferenciados sobresalidos del cuerpo.

**Adulto.**

Cuando emergen este presentará un color verde amarillento, con alas blancas que al transcurrir de 3 a 4 horas se volverán transparentes, así mismo su cuerpo tomara una coloración café oscuro o negro; todos los cambios se presentan en el transcurso de siete a diez días. La cabeza tiene relación 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha café en la división del tórax; con ojos grandes cafés y antenas filiformes; tórax blanco amarillento con manchas cafés, la longitud de las alas son 1.5 veces más largo que el cuerpo y con venación propia.

- **Adulto hembra.**

Su abdomen presenta cinco segmentos más el genital, de forma cónica vista lateralmente, en la parte dorsal presenta una mancha blanquecina en forma de “Y” con brazos hacia la parte terminal del abdomen.

- **Adulto macho.**

Tiene seis segmentos visibles más el genital, encontrándose plegado sobre la parte media dorsal del abdomen; viéndolo dorsalmente se distingue los genitales con forma de pinza que se caracteriza en los machos.

**2.2.2.3. Tamaño del insecto.**

Según el Departamento de agricultura del gobierno de Australia (2012) citado por OIRSA (2015), los tamaños de los distintos estados de desarrollo del insecto son los siguientes:

Tabla 6.

*Tamaño de los estadios de desarrollo de Bactericera cockerelli.*

<b>Estadio de desarrollo</b>	<b>Largo mm</b>	<b>Ancho mm</b>
Huevo	0.32-0.34	0.18
Ninfa:		
1	0.40	0.21
2	0.52	0.33
3	0.80	0.48
4	1.18	0.75
5	1.65	1.23
Adulto (incluido alas)	2.8-2.9 (machos) y 2.8-3.2 (hembras)	

Fuente: Departamento de agricultura del gobierno de Australia, 2012.

**2.2.2.4. Temperatura y desarrollo.**

Según Munyaneza (2010) citado por la OIRSA (2015), el rango óptimo esta entre los 21-27°C ya que la temperatura mayor a 32°C es perjudicial ya que reduce la puesta de huevos, así como la eclosión.

**2.2.2.5. Biología.**

Según la OIRSA (2015) las ninfas se encuentran mayormente en el envés de la hoja, donde el follaje es denso, pero cuando la incidencia es alta se las puede encontrar en el haz e incluso en las flores.

Una hembra puede poner un promedio de 500 huevos en un periodo de 21 días, aunque según Grazón (2010) citado por la OIRSA (2015) hay datos que llegan a ovopositar hasta 1.500 en su ciclo biológico.

**2.2.2.6. Daños causados por *Bactericera cockerelli*.**

Según la OIRSA (2015) aún no está claro que enfermedades transmite este vector, pero se asocia a la punta morada de la papa, permanente del tomate, amarillamiento por psílidos, Zebra chip y por último fitoplasma.

Entre estos posibles daños podemos definirlos como:

**2.2.2.6.1. Directos.**

Estos daños son causados por las ninfas, mediante la inyección de toxinas, provocando síntomas en las hojas de las plantas como se conoce el amarillamiento de la papa que puede causar manchas en el tubérculo. En tomate, papa y chiles puede ocasionar la muerte prematura de la

planta, incluso antes de su floración. En las plantas que se encuentran infestadas por ninfas de *B. cockerelli* se han encontrado actividades anormales de hormonas, afectado también al rendimiento y en las papas dando tubérculos pequeños, de poca calidad comercial. Si las ninfas continúan en la planta puede afectar al tubérculo y si es usado como semilla, este puede incluso producir problemas en el caso de que se encuentre infectado por el patógeno (OIRSA D. d., 2015).

#### **2.2.2.6.2. Indirectos.**

Según la OIRSA (2015), a *B. cockerelli* se las relaciona las siguientes enfermedades:

- **Punta morada de la papa (PMP).**

A la punta morada en México y Zebra chip en Estados Unidos se le han encontrado síntomas similares, pero han sido reportados como diferentes. La PMP tiene como características en enanismo de la planta, engrosamiento de las intersecciones de las hojas y ramas, así como tubérculos aéreos y las hojas superiores toman coloración morada en algunas variedades.

- **Zebra chip.**

Los síntomas que presenta esta enfermedad son: retraso en el crecimiento, clorosis, hinchamiento en los entrenudos, proliferación de yemas axilares, aparición de tubérculos aéreos, pardeamiento del sistema vascular, hojas quebradizas, estolones colapsados, lesiones del anillo vascular color marrón y moteado necrótico de los tejidos internos.

- **Permanente del tomate.**

Las características de esta enfermedad son: clorosis en los bordes, enrollamiento en las hojas inferiores, con estructura quebradiza, con un verde intenso y brillante, las flores se secan, las plantas con enanismo, más verdes de lo normal que posteriormente se tornan amarillas, secándose por fungosis de la raíz, causado por el debilitamiento de la planta y susceptibilidad al ataque de patógenos.

#### **2.2.2.7. Control cultural.**

Según la OIRSA (2015), menciona que se lo puede controlar mediante:

- La producción de plántulas o tubérculos para semilla libre de la plaga y de fitopatógenos.
- Analizando la fecha de siembra y/o trasplante acorde al diseño de un patrón de cultivos que reduzca el problema.
- La destrucción de rastrojos.

### 2.2.2.8. Control biológico.

La OIRSA (2015) afirma que se han evaluado plaguicidas biorracionales y uso de control biológico natural e inducido; mediante los resultados que obtuvieron pueden detallar que el control integrado bajo condiciones de campo e invernadero son prometedores.

Entre los principales plaguicidas biorracionales se han usado reguladores de crecimiento como Pyriproxifen y Flufenoxuron, atacando en los estados inmaduros de la plaga; también el uso de sales potásicas con buenos resultados en control ninfal, además de efectos con productos botánicos a base de *Chenopodium ambrosioides*, *Azaridactica sp.* y *Argemone sp.* Así mismo usando entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, *Isaria (=Paecilomyces) fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*.

Depredadores como *Chrysoperla sp.*, chinche ojona *Geocoris sp.*, y la catarinita roja *Hippodamia convergens*. El uso también del principal parasitoide de ninfas del pulgón saltador como es la avispa *Tamarixia triozae*, a la cual se le ha favorecido una gran presencia en niveles de parasitismo en regiones de México, lo cual la califican como un buen control biológico en poblaciones de esta especie.

Tabla 7.

*Organismos de control Biológico de Bactericera cockerelli*

Depredadores	Parasitoides	Entomopatógenos	Biorracionales
Crysopa spp.	Tamarixia triozae	Beauveria bassiana	Reguladores de crecimiento
Hippodamia convergens	Methaphycus psyllidus	Metarrhizium anisopliae	Productos botánicos
Nabis ferus (L.)		Verticillium lecanii	Aceites
Geocorisdecoratus Uhler		Paecilomyces fumosoroseus	Jabones agrícolas
Orius spp.			

Fuente: Rojas, 2010.

### 2.2.2.9. Control legal.

La Oirsa (2015), indica que el objetivo de esta táctica es reducir durante una época del año, la infestación de *Bactericera cockerelli* y la incidencia de la enfermedad transmisible mediante:

- **Manejo y eliminación de focos de infestación.**

Eliminando residuos, de inmediato a la cosecha; considerada como la más importante para reducir la emigración de adultos de *B. cockerelli* a otras plantaciones. Esta se la puede realizar mediante el uso de rastra.

- **Establecer fechas de siembra.**

Dependiendo de la dinámica del vector, se debe definir fechas de siembra y cosecha; evitando los ciclos de alta migración del psílido las condiciones climáticas favorables para este.

- **Rotación de cultivos.**

Este es una de las principales labores que se deben realizar, ya que así cualquier residuo de las plagas anteriores, al no acoplarse a los nuevos cultivos, estos emigrarán. Teniendo en cuenta que no sea rotación de cultivos entre solanáceas ya que estas son hospederas de esta plaga.

- **Uso de semilla certificada y plántula limpia del insecto o plaga y la enfermedad.**

El uso de plántulas y semilla sin enfermedad es importante para evitar la introducción y establecimiento de este insecto. No obstante, se deben hacer refuerzos adicionales para evitar la presencia de *B. cockerelli*.

**2.2.2.10. Control químico.**

Según la OIRSA (2015), menciona que el IRAC (Comité de Acción sobre la Resistencia a los Insecticidas) ha clasificado a los insecticidas por el modo de acción y mediante esto promueve su uso mediante las bases más efectivas y sustentables con el manejo de la resistencia a insecticidas.

Tabla 8.

*Grupos de insecticidas para el control psílido de la papa y tomate.*

---

IRAC enlista 29 grupos de modo de acción (incluyendo 52 subgrupos): 14 de estos pueden ser usados para el control de pulgón saltador (IRAC, 2015).

---

GRUPO Y MODO DE ACCIÓN		INGREDIENTE ACTIVO
1A	Inhibidores de la Acetilcolinesterasa.	Carbamatos.
1B		Organofosforados.
2A	Bloqueadores del receptor de los canales de cloro GABA.	Endosulfán.
3A	Moduladores de los canales de sodio.	Piretroides.
4A	Agonistas de los receptores nicotínicos de la acetilcolina.	Neonicotinoides
4D		Flupyradifurone.

---

---

5	Moduladores de los receptores alostérico nicotínico de la acetilcolina.	Spinosinos (Spinosad).
6	Moduladores de los canales de cloro.	Avermectinas.
7C	Mímicos de la hormona juvenil	Pyriproxyfen.
9	Moduladores de los órganos cordotonales.	Pymetrozine.
23	Inhibidores de la síntesis de lípidos.	Derivado del ácido tetrónico: Envidor y Oberon.
28	Moduladores de los receptores de la rianodina.	Diamidas.
29	Moduladores de los órganos cordotonales.	Flonicamid.
UN	Compuestos de modo de acción desconocido o incierto.	Azaridactina.

---

Fuente: OIRSA, (2015).

Tabla 9.

*Cuadro de referencia básico de recomendación de insecticidas para el control químico *Bactericera cockerelli* en el cultivo de la papa en regiones agrícolas de México.*

<b>Insecticida</b>	<b>Grupo de MoA</b>	<b>Formulación %</b>	<b>Dosis/Ha</b>	<b>CT</b>	<b>ISD</b>	<b>EBC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
Abamectina	6	CE	1.8	0.5 - 0.75 lt	III	3	N, A	Aplique al follaje. Época de aplicación en desarrollo vegetativo. Realice 2 aplicaciones a intervalos de 7 días. Utilice un volumen de agua de 350 L/hectárea. No realice más de 2 aplicaciones consecutivas.
Acefate	1B	Pell	97	0.8 - 1.2 kg	III	21	N, A	Aplíquese en 300 a 500 litros de agua con equipo terrestre. Use la dosis alta cuando la presión de la plaga así lo requiera. Aplíquese a intervalo máximo de 14 días o menos si las poblaciones de la plaga son altas.
Acetamiprid	4A	PS	20	250 – 375 gr	IV	7	N, A	Utilizar aspersión terrestre o aérea que asegure un buen cubrimiento del follaje y no lo aplique a través de ningún sistema de riego.
Bifentrina + abamectina	3A + 6	CE	3 + 0.3	1.5 – 2 lt	III	7	N, A	No se aplique en horas de calor intenso, ni cuando haya vientos mayores a los 15 km/hr.

Bifentrina	3A	CE	12	0.4 – 0.6 lt	IV	3	N, A	No se aplique en horas de calor intenso, ni cuando haya vientos mayores a los 15 km/hr.
Clothiniadin	4A	WDG	50	150 – 200 gr	IV	7	N, A	Aplicar la dosis baja al inicio de la infestación y la alta cuando la planta se encuentre desarrollada y la infestación sea mayor.
Cyantraniliprol	28	SCA	18.66	400 – 600 ml	IV	1	N, A	Aplicación al fondo del surco: Realizar una aplicación al momento de la siembra dirigido al fondo del surco, volumen de agua 800 L/Ha.
Cyflutrin	3A	CE	5.7	0.50 – 0.75 lt	IV	14	N, A	Con aspersora de tractor generalmente se usan de 200 a 400 L/Ha, con avión entre 40 y 80 L/Ha.
Endosulfan	2A	CE	33	1.5 – 2.0 lt	II	1	N	Aplicar en las primeras horas del día cuando la humedad relativa esté alta. Esto evitará la pérdida de producto por evaporación durante la aplicación.
Esfenvalerato	3A	CE	8.4	0.55	IV	7	N, A	Hacer una prueba previa cuando se desconozca la compatibilidad de alguna mezcla; ésta solo se podrá hacer con productos que tengan registro vigente y en los cultivos y dosis recomendadas.
Espirodiclofen	23	SC	24	0.6 lt	IV	14	N, A	Se aconseja no realizar más de 2-3 aplicaciones; si fueran necesarias más tratamientos se debe alternar.

Imidacloprid	4A	SC	30	1 – 1.5 lt	III	7	N	No aplicar con vientos fuertes o temperaturas superiores a 35°C.
Imidacloprid + Cyfluthrin	4A + 3A	ES	17 + 12	0.25 – 0.3 lt	III	14	N, A	A Aplicar al observar los primeros adultos y/o ninfas.
Flupyradifurone	4D	LS	17.09	1.0 – 1.5 lt		1		No es fitotóxico si se aplica de acuerdo a la recomendación.
Metamidofos	1B	LS	48	1 -1.5 lt	II	14	N, A	Calibrar el equipo de aplicación y no mezclar con productos de fuerte reacción alcalina.
Pymetrozine	9B	GS	50	800 g	IV	14	N, A	Aplique cuando se observen las primeras infestaciones. Haga de 2 a 3 aplicaciones a intervalos de 7 días entre la primera y la segunda aplicación y el intervalo entre la segunda y tercera de 10 a 12 días, dependiendo de la infestación.
Pyriproxyfen*	Regulador	CE	11	0.3 0.5 lt	IV	14	H, N	No se aplique en las horas de calor intenso, ni cuando el viento sea mayor a 15 km/hr.
Spinosad*	5	SC	12	0.3 - 0.4	IV	1	N, A	Evite aplicar cuando las condiciones climáticas indiquen probables lluvias o existan vientos mayores a 10 km/h.
Thiacloprid	4A	SC	40	0.20 0.25 lt	III	7	N	Iniciar las aplicaciones cuando se detecte las poblaciones incipientes y alternar con productos de diferente grupo químico.

Thiametoxam	4A	WG	25	0.6 g	IV	14	N	Aplicación foliar cuando se detecten las primeras infestaciones.
Thiamethoxam + Cyantraniliprole	4A + 28	WG	20 + 20	600 g		30		Aplicación al suelo, dirigida al cuello de la planta (drench) o en sistemas de riego por goteo. Aplique de 3-7 días después del trasplante.
Tiametoxam + Clorantraniliprol	4A + 28	SC	17.6 + 8.8	759 ml	IV	1	N, A	Aplicación al suelo dirigida al cuello de la planta (drench). Aplique tres días después del trasplante.
Tyocyclam	14	PS	49.5	500 – 700 g	III	7	N, A	Inicie las aplicaciones en cuanto la infestación sea detectada. Repita los tratamientos según el desarrollo de la plaga a intervalos de 7 días.
Derivado del ácido tetrónico	23	OD	15.0	0.4 – 0.6 lt	IV	1	N	Aplicar cuando se detecten las primeras ninfas. Repetir la aplicación a intervalo de 7 días hasta un máximo de 2 a 3 aplicaciones. Utilizar la suficiente cantidad de agua para lograr una buena cobertura.
INSECTICIDAS APLICADOS AL SUELO.								
Aldicarb	1A	GRAN	5	14 – 20 kg	II	90		Aplicar a la siembra en línea continua en el fondo del surco. En planta establecida la aplicación debe hacerse al momento del aporque.
Forato	1B	GRAN	15	13 – 17 kg	II	90		Aplicación en banda a la siembra.

Imidacloprid	4A	SC	30	1.0 – 1.5 lt	III	7	N, A	Aplicar al momento de la siembra, asperjando los tubérculos y el fondo del surco antes de tapar.
Thiamethoxam	4A	GD	25	0.6 – 0.8 kg	IV	14	N, A	Aplicación al fondo de surco al momento de la siembra.

Fuente: OIRSA, (2015).

Según la OIRSA (2015), menciona que los insecticidas se deben de rotar con insecticidas de modos de acción diferentes, no utilizar productos con el mismo número de grupo del modo de acción en generaciones sucesivas, para prevenir el desarrollo de resistencia. Por ejemplo, los insecticidas fosforados son del grupo 1B; los productos químicos del grupo 1B deben alternarse con productos químicos que tengan un grupo de acción diferente, que no sea 1B. Los modos de acción son asignados por el comité de acción de resistencia a insecticidas, IRAC.

Formulación: CE= Concentrado emulsionable; PS= Polvo soluble; WDG= Gránulos dispersables en agua; CD= Concentrado dispersables; SC= Suspensión concentrada; ES= Emulsión en suspensión; LS= Líquido soluble; WG= Gránulos dispersables; OD =, Dispersables en aceite; CT: Categoría Toxicológica: I. Extremadamente tóxico; II. Altamente tóxico; III. Moderadamente tóxico; IV. Ligeramente tóxico. ISD: Intervalo de Seguridad en Días. EBC: Estado Biológico Controlado: H= huevecillos; N= ninfas; A= adultos.

### **2.2.3. INSECTICIDAS.**

Un insecticida es aquella sustancia o mezcla de sustancias que provocan la muerte del insecto debido a la naturaleza de su estructura química (Montesino, López, Hernández, & Zayas, 2009). El Comité de Acción de Resistencia de Insecticidas (IRAC) (2019) en su versión actualizada en enero 2019 menciona la clasificación mediante el Modo de Acción de los insecticidas (MoA) de la siguiente forma:

#### **2.2.3.1. Acción sobre el sistema nervioso o muscular.**

La mayoría de los insecticidas actúan sobre el sistema nervioso o muscular. Generalmente suelen ser de acción rápida.

##### **Grupo 1 Inhibidores de la acetilcolinesterasa.**

Inhiben la acetilcolinesterasa, causando hiperexcitación. La acetilcolinesterasa es la enzima que finaliza la acción de excitación neurotransmisora de la acetilcolina en la sinapsis nerviosa.

##### **Grupo 3 Moduladores del canal de sodio.**

Mantienen abiertos los canales de sodio, causando hiperexcitación y, en algunos casos, bloqueo nervioso. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones nerviosos.

##### **Grupo 4 Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina.**

Se unen al sitio de la acetilcolina en el receptor, provocando una serie de síntomas desde hiperexcitación a letargia y parálisis. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto.

##### **Grupo 5 Activadores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – Sitio I.**

Activan alostéricamente los receptores, provocando la hiperexcitación del sistema nervioso. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto.

##### **Grupo 6 Activadores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato.**

Activan alostéricamente el glutamato en canales de cloro, causando parálisis. El glutamato es un importante neurotransmisor inhibitorio en insectos.

##### **Grupo 9 Moduladores del canal TRPV de los órganos cordotoniales.**

Unirse e interrumpir la entrada de los complejos Nan-Iav del canal TRPV (Receptor de potencial transitorio vaniloide) en órganos cordotoniales receptores de estiramiento, que son críticos para los sentidos de la gravedad, el equilibrio, la propiocepción y la cinestesia. Esto provoca una alteración en la alimentación y otros comportamientos de los insectos.

### **Grupo 22 Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje.**

Bloquean los canales de sodio, causando el colapso del sistema nervioso y parálisis. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones nerviosos.

### **Grupo 28 Moduladores del receptor de la rianodina.**

Activan los receptores musculares de la rianodina, lo que provoca contracción y parálisis. Los receptores de la rianodina intervienen en la liberación de calcio en el citoplasma desde las reservas intracelulares.

### **Grupo 29 Moduladores de los órganos cordotonales – sin punto de acción definido.**

Interrumpen la función de los órganos cordotonales receptores de estiramiento, que son críticos para los sentidos de la gravedad, el equilibrio, la propiocepción y la cinestesia. Esto interrumpe la alimentación y otros comportamientos de los insectos. Al contrario que el grupo 9, los insecticidas del grupo 29 no se unen al complejo Nan-lav del canal TRPV.

### **2.2.3.2. Acción sobre el crecimiento y desarrollo.**

El desarrollo de los insectos está controlado por el equilibrio de dos hormonas principales: la hormona juvenil y la ecdisona. Los reguladores del crecimiento de los insectos actúan imitando una de estas hormonas o perturbando directamente la formación/deposición de la cutícula o la biosíntesis de lípidos. Los insecticidas que actúan sobre los distintos objetivos de este sistema, son generalmente de acción lenta a moderadamente lenta.

### **Grupo 7 Miméticos de la hormona juvenil.**

Aplicados en el estadio premetamórfico, estos compuestos interrumpen e impiden la metamorfosis.

### **Grupo 10 Inhibidores del crecimiento de ácaros afectando CHS1.**

Inhiben la enzima que cataliza la polimerización de quitina.

### **Grupo 15 Inhibidores de la biosíntesis de quitina afectando CHS1.**

Inhiben la enzima que cataliza la polimerización de quitina.

### **Grupo 16 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1.**

MoA no completamente definido que causa inhibición de la biosíntesis de quitina en una serie de insectos, incluyendo mosca blanca.

### **Grupo 17 Disruptores de la muda, dípteros.**

MdA no completamente definido que causa interrupción de la muda.

### **Grupo 18 Agonistas del receptor de ecdisoma.**

Imitan la hormona de la muda, la ecdisona, induciendo una muda precoz.

### **Grupo 23 Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa.**

Inhiben la coenzima acetil A carboxilasa, que forma parte del primer paso de la biosíntesis de los lípidos, causando la muerte del insecto.

### **2.2.3.3. Acción sobre la respiración.**

La respiración mitocondrial produce ATP, la molécula que da energía a todos los procesos celulares vitales. En las mitocondrias, una cadena de transporte de electrones almacena la energía generada por la oxidación en forma de un gradiente de protones, lo que genera la síntesis de ATP. Varios insecticidas son conocidos por interferir en la respiración mitocondrial mediante la inhibición del transporte de electrones y/o la fosforilación oxidativa. Los insecticidas que actúan sobre los distintos puntos de este sistema son generalmente de acción rápida a moderadamente rápida.

### **Grupo 20 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III.**

Inhiben el transporte de electrones en el complejo III, impidiendo el uso de la energía por las células.

### **Grupo 21 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I.**

Inhiben el transporte de electrones en el complejo I, impidiendo el uso de la energía por las células.

### **Grupo 24 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial IV.**

Inhiben el transporte de electrones en el complejo IV, impidiendo el uso de la energía por las células.

### **Grupo 25 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial II.**

Inhiben el transporte de electrones en el complejo II, impidiendo el uso de la energía por las células.

### **2.2.3.4. Acción sobre el sistema digestivo.**

Toxinas microbianas específicas de lepidópteros (aplicadas mediante pulverización o expresadas en variedades de cultivos transgénicos) y baculovirus.

### **Grupo 11 Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos.**

Toxinas de proteínas que se unen a receptores en la membrana del intestino medio e inducen la formación de poros, provocando desequilibrio iónico y septicemia.

### **Grupo 31 Virus patógenos ocluidos específicos del huésped.**

Las proteínas PIF (Per os Infectivity Factor) propias de los baculovirus infectan el intestino medio. Esta infección en última instancia conduce a la muerte del insecto. Se desconocen los

sitios de unión de las PIF en el intestino medio, pero se piensa que son específicos para cada baculovirus.

#### **2.2.3.5. Modo de Acción no conocido o incierto.**

Varios insecticidas que afectan a funciones o puntos de acción de un modo menos conocido, o actúan inespecíficamente sobre varios puntos.

**Grupo 8 - Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio).**

**Grupo UN - Compuestos de modo de acción desconocido o incierto.**

**Grupo UNE - Extractos vegetales y aceites crudos de modo de acción desconocido o incierto.**

**Grupo UNF - Hongos entomopatógenos de modo de acción desconocido o incierto.**

**Grupo UNM - Disruptores mecánicos no específicos.**

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

El ensayo se implementó en el cantón Bolívar, localidad de San Joaquín de la parroquia Bolívar, cuyos datos políticos, geográficos y condiciones edafo-climáticas se indican a continuación:

Tabla 10.

*Datos Geográficos.*

Cantón	Parroquia	Localidad	Altitud (m)
Bolívar	Bolívar	San Joaquín	2636

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2031 del cantón Bolívar.

Tabla 11.

*Condiciones Edafo-climáticas.*

Condiciones Edafo-climáticas	San Joaquín
Temperatura (°C)	6-20
Precipitación (mm)	400-1500
Heliofanía (horas luz)	8
Humedad Relativa (%)	70
Topografía	Plano
Textura del suelo	Franco arcilloso
pH del suelo	6,9

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2031 del cantón Bolívar.

Tabla 12.

*Calendario de aplicaciones de los insecticidas de acuerdo al grupo químico, ingrediente activo, modo de acción y dosis.*

Días	0	35	45	55	65	75	85	95	105	115
<b>Grupo químico</b>	4A (Neonicotinoide)	4A (Neonotinoide)	Biorracionales	1B (Organofosforado)	Biorracionales	2B (Fenilpirazoles)	6 (Avermectina)	12 A (Diafentiuon)	4A (Neonotinoide)	12 A (Diafentiuon)
<b>Tipos de insecticidas</b>	Imidacloprid	Engeo (Imidacloprid+Lambdacialotrina)	Extracto de ajo	Orthene (Acefato)	B.t.	Regent 200SC (Fenil Pirazoles)	Vertimec 8.4 SC (Abamectina)	Polo 250 EC (Diafentiuon)	Engeo (Imidacloprid+Lambdacialotrina)	Polo 250 EC (Diafentiuon)
<b>Modo de acción</b>	Sistémico, translaminar, contacto y estomacal.	Contacto, fumigante e ingestión	Repelencia	Sistémico, contacto y estomacal.	Ingestión	Contacto e ingestión.	Ingestión y contacto directo	Translaminar	Contacto, fumigante e ingestión	Translaminar
<b>Dosis (cc/l)</b>	70 g/kg semilla	0,5 cc/l		2g/l	2,5 g/l	1,25 cc/l	2,5 cc/l	1,2 cc/l	0,5 cc/l	1,2 cc/l
T1	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
T2	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-
T3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
T4	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X
T5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

X=Aplicación

(-)=No aplicación

Elaborado por: Moreta (2020)

### 3.1.1. Enfoque

Cuantitativo ya que se recolectaron datos con medición numérica como: infestación de huevos, ninfas y adultos de *Paratrioza*, incidencia de daño causado por la plaga y rendimiento de papa por tratamiento realizado.

Cualitativo ya que se determinó la clasificación de tubérculos para comercialización.

### 3.1.2. Tipo de Investigación

**Experimental:** Porque no se manipuló la infestación por *Bactericera Cockerelli* en la experimentación, hasta obtener la infestación natural del insecto en el sector donde se ha detectado la invasión de la plaga como tal y se establecieron ensayos con tratamientos de control.

**Bibliográfica:** Ya que se recolectó información de libros, revistas, artículos científicos, publicaciones indexadas e investigaciones anteriores referentes al tema que permitan sustentar la temática a investigar.

**De campo:** Debido a que se realizó las experimentaciones planteadas en el campo de acción, donde se encuentra actualmente la plaga infestando los distintos cultivos, optimizando recursos existentes en la zona, y así se brindará nuevas alternativas para el control del mismo.

## 3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

**H1:** Los insecticidas aplicados en ciertas etapas fenológicas de la papa, controlan la infestación natural de *Bactericera cockerelli*.

**H0:** Los insecticidas aplicados en ciertas etapas fenológicas de la papa, no controlan la infestación natural de *Bactericera cockerelli*.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 13.

*Análisis de Variables.*

Idea a defender	Variables	Descripción de la variable		Indicadores	Técnica	Instrumento	Informantes
		Días después de la siembra.	Producto y dosis				
El control con insecticidas en la infestación de <i>Bactericera cockerelli</i> según la etapa fenológica de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) ¿es eficaz?.	<b>V. I.</b>						
	T1: 3 aplicaciones de insecticidas de manera aleatoria en el ciclo del cultivo	35	Engeo	0,5cc/l	Fumigación, medición de volúmenes y monitoreo	Bomba de Fumigar	Kevin Moreta
		45	Extracto de ajo				
		55	Orthene	2g/l			
	T2: 6 aplicaciones de insecticidas de manera aleatoria en el ciclo del cultivo	35	Engeo	0,5cc/l			
		45	Extracto de ajo				
		55	Orthene	2g/l			
		65	Bacillus thuringiensis	2,5 g/l			
		75	Regent 200SC	1,25cc/l			
	T3: 9 aplicaciones de insecticidas de manera aleatoria en el ciclo del cultivo	85	Vermec 8.4 SC	2,5cc/l			
		35	Engeo	0,5cc/l			
		45	Extracto de ajo				
		55	Orthene	2g/l			
		65	Bacillus thuringiensis	2,5 g/l			
		75	Regent 200SC	1,25cc/l			
85		Vermec 8.4 SC	2,5cc/l				
	95	Polo 250 EC	1,2cc/l				

	105	Engeo 0,5cc/l	0,5cc/l			
	115	Polo 250 EC	1,2cc/l			
<b>T4:</b> 4 aplicaciones de insecticidas de manera aleatoria en el ciclo del cultivo	85	Vermec 8.4 SC	2,5cc/l			
	95	Polo 250 EC	1,2cc/l			
	105	Engeo	0,5cc/l			
	115	Polo 250 EC	1,2cc/l			
<b>T5:</b> Testigo absoluto	Sin aplicación de insecticidas		No Aplica			Kevin Moreta
<b>V. D.</b>						
<i>Bactericera cockerelli</i>	Infestación de huevos, ninfas y adultos de <i>Bactericera cockerelli</i> .		Se realizó monitoreo de incidencia de <i>Bactericera cockerelli</i> 2 días antes y 2 días después de cada aplicación. 5 plantas al azar de cada parcela, se tomó una hoja compuesta por planta.	Contabilización de huevos y ninfas en el laboratorio. Contabilización de adultos por golpeo.	Hoja de registros	Kevin Moreta

		Incidencia de daño de <i>Bactericera cockerelli</i> en plantas	Se realizó monitoreo a partir de la emergencia hasta el final del ciclo, determinando cuantas plantas por parcela presentaron anomalías a causa del psílido	Contabilización de plantas con anomalías como: enanismo, nudos gruesos o engrosamiento de las intersecciones de las hojas y ramas, clorosis, tubérculos aéreos y las hojas superiores con tonalidad morada.		
<b>V. D.</b>						
	<i>Solanum tuberosum</i>	Clasificación de tubérculos en la cosecha de acuerdo a la calidad	En la cosecha se clasificó a los tubérculos por peso y tamaño por cada tratamiento	Peso y tamaño de los tubérculos.	Hoja de registros	Kevin Moreta

Elaborado por: Moreta, (2020)

**Infestación de huevos.** - Dos días antes y después de la aplicación de insecticidas químicos se registró el número de huevos, tomando cinco plantas al azar, dentro de cada tratamiento experimental (Bujanos, 2015).

**Infestación de ninfas.** - Dos días antes y después de la aplicación de insecticidas químicos se registró el número de ninfas; para lo cual, se determinó dos sitios de muestreo: el sitio 1 se localizó en el borde y el sitio 2 en el centro de la unidad experimental. En cada sitio se tomó al azar cinco plantas y en cada planta se escogió dos hojas compuestas, la una hoja se tomó de la parte media y la otra hoja de la parte baja de la planta (Bujanos, 2015).

**Infestación de adultos.** - Dos días antes y después de la aplicación de insecticidas químicos se registró el número de adultos; para lo cual, en el surco borde de cada unidad experimental se tomó una planta al azar y mediante golpeteo de la planta de papa se registró presencia o ausencia de *Bactericera cockerelli* (Bujanos, 2015).

**Incidencia de daño.** - Se realizó determinaciones de daños en los mismos intervalos de los demás monitoreos, tales como: nudos gruesos, gigantismos o enanismos y mal formaciones vegetales a partir de la emergencia de las plantas

**Rendimiento total.** - Se realizará la cosecha de cada tratamiento. El rendimiento se dividirá en categorías de papa. Papa comercial de primera (tubérculos mayores a 80 g), papa comercial de segunda “semilla” (tubérculos de 30 a 60 g) y papa de desecho o no comercial (tubérculos menores a 30 g). Se registrará cada categoría y el resultado expresará en t/ha<sup>-1</sup>.

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### **3.4.1. Análisis Estadístico**

##### **Factores en estudio**

Determinación de mejor tratamiento en el control de *Bactericera Cockerelli* en el cantón Bolívar

Monitoreo de la plaga en los 5 tratamientos, 2 días antes y 2 días después de la aplicación de insecticidas.

Monitoreos por fases fenológicas de la papa, observando la fase fenológica más crítica.

## Tratamientos

Tabla 14.

*Tratamientos a aplicar.*

Tratamientos	Descripción
T1	Aplicación de insecticida a los 35 (emergencia), 45 y 55 días después de la siembra.
T2	Aplicación de insecticida a los 35 (emergencia), 45, 55, 65, 75 y 85 días después de la siembra.
T3	Aplicación de insecticida a los 35 (emergencia), 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105 y 115 días después de la siembra.
T4	Aplicación de insecticida a los 85, 95, 105 y 115 días después de la siembra.
T5	Testigo absoluto

Elaborado por: Moreta (2020)

### **Características de la unidad experimental**

Superficie parcela por tratamiento:	37,5m <sup>2</sup> (7,5m x 5m)
Número de surcos por parcela:	5
Longitud de surco por parcela:	7,5 m
Distancia de siembra entre plantas:	0,30 m
Distancia de siembra entre surcos:	1 m
Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	4
Superficie total ensayo (incluidos caminos)	1.087,5 (43,5 m x 25m)

### **Diseño experimental**

Se implementará en un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

### **Esquema del análisis de varianza**

Fuente de Variación	gl
Total	19
Repeticiones	3
Tratamientos	4
Error	12

### **Análisis funcional.**

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

Coefficiente de variación: (%)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Análisis de la variable Infestación de Huevos.

El análisis de varianza (ADEVA) que corresponde a la variable de Infestación de Huevos, indica que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos y que el coeficiente de variación (CV) para estas variables varían dependiendo de cada muestreo realizado, con valores de menores del 30%; siendo el promedio más alto a los 105 días después de la siembra con un valor 2,45 huevos /planta y el más bajo a los 115 días después de la siembra con un promedio de 0,58 huevos/planta.

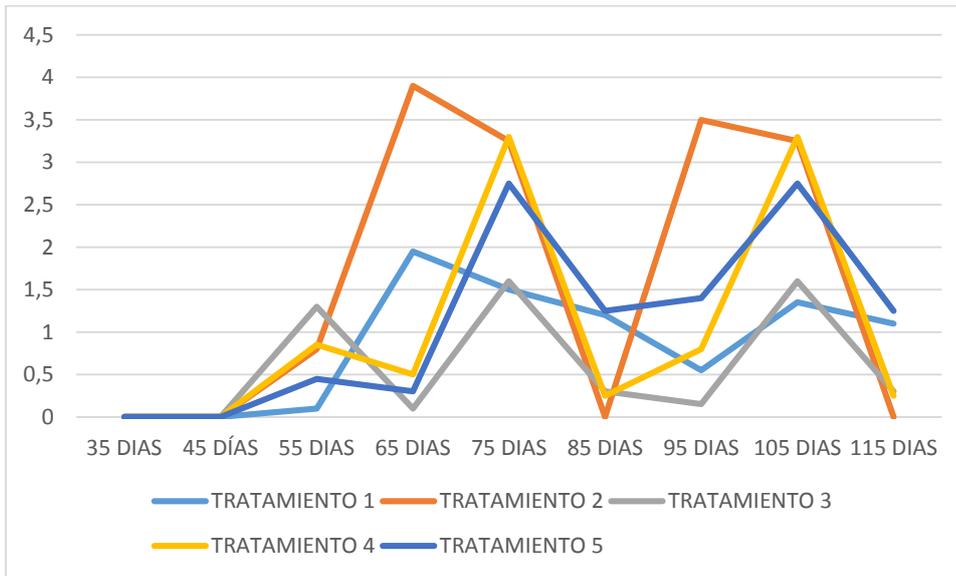
Tabla 15.

*Análisis de Varianza de la variable Infestación de Huevos de Backtericera Cockerelli en el cultivo de papa.*

ANOVA HUEVOS		p - valor								
Fuente de Variación	gl	35	45	55	65	75	85	95	105	115
<b>Total</b>	19									
<b>Repeticiones</b>	3	sd	Sd	0,5960ns	0,0969ns	0,7472ns	0,8033ns	0,0197*	0,7845ns	0,7500ns
<b>Tratamientos</b>	4	sd	Sd	0,8314ns	0,4071ns	0,7657ns	0,1145ns	0,1960ns	0,7237ns	0,1702ns
<b>Error</b>	12									
<b>CV %</b>		0,00	0,00	23,54	25,48	25,99	22,45	24,71	26,2	23,69
<b>Promedio (huevos /planta)</b>		0,00	0,00	0,70	1,35	2,48	0,60	1,28	2,45	0,58

Elaborado por: Moreta (2021)

Aplicando la prueba de Tukey al 5% entre tratamientos se obtuvo un solo rango (A), es decir, no hubo diferencia estadística en ninguno de los monitoreos realizados para esta variable.



**Figura 2.** Medias de la variable Infestación de Huevos de Bactericera Cockerelli (número de huevos/planta y días de aplicación después de la siembra) en el cultivo de papa.

#### 4.1.2. Análisis de la variable Infestación de Ninfas.

El análisis de varianza (ADEVA) que corresponde a la variable de Infestación de Ninfas, en la mayoría de monitoreos, no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, con excepciones en el monitoreo a los 65 y a los 95 días después de la siembra lo que indica que en estos casos si hubo diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación (CV) para estas variables varían dependiendo de cada muestreo realizado, con valores de menores del 30%; siendo el promedio más alto a los 95 días después de la siembra con un valor 1,26 ninfas /planta y el más bajo a los 55 días después de la siembra con un promedio de 0,20 ninfas/planta.

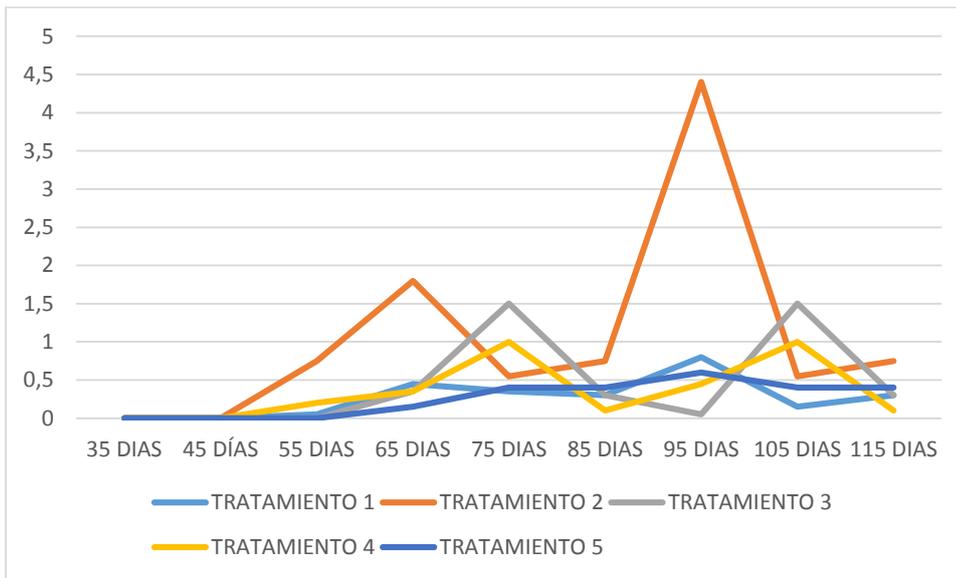
Tabla 16.

*Análisis de Varianza de la variable Infestación de Ninfas de Backtericera Cockerelli en el cultivo de papa.*

ANOVA NINFAS		p - valor								
Fuente de Variación	gl	35	45	55	65	75	85	95	105	115
<b>Total</b>	19									
<b>Repeticiones</b>	3	sd	sd	0,5854ns	0,1031ns	0,4503ns	0,0619*	0,1540ns	0,5393ns	0,0619ns
<b>Tratamientos</b>	4	sd	sd	0,5840ns	0,0402*	0,7546ns	0,4732ns	0,0315*	0,6161ns	0,4732ns
<b>Error</b>	12									
<b>CV %</b>		0,00	0,00	22,89	18,85	27,88	15,9	26,01	28,46	15,9
<b>Promedio (ninfas /planta)</b>		0,00	0,00	0,20	0,62	0,76	0,37	1,26	0,72	0,37

Elaborado por: Moreta (2021)

Aplicando la prueba de Tukey al 5% entre tratamientos se obtuvo un solo rango (A) en varios muestreos; pero, en el monitoreo a los 65 días después de siembra se observó tres rangos, catalogando al tratamiento 5 como el de menor y al tratamiento 2 como el de mayor número de ninfas/planta; así mismo en el monitoreo a los 95 días después de la siembra se observó tres rangos dando como resultado al tratamiento 3 con menor y al tratamiento 2 con mayor número de ninfas/planta.



**Figura 3.** Medias de la variable Infestación de Ninfas de *Backtericera Cockerelli* (ninfas/planta y días de aplicación después de la siembra) en el cultivo de papa.

#### 4.1.3. Análisis de la variable Infestación de Adultos.

El análisis de varianza (ADEVA) que corresponde a la variable de Infestación de Adultos, indica que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos y que el coeficiente de variación (CV) para estas variables varíanas dependiendo de cada muestreo realizado, con valores de menores del 30%; siendo el promedio más alto a los 55 días después de la siembra con un valor 0,33 adultos /planta y el más bajo a los 75 y 85 días después de la siembra con un promedio de 0,08 huevos/planta.

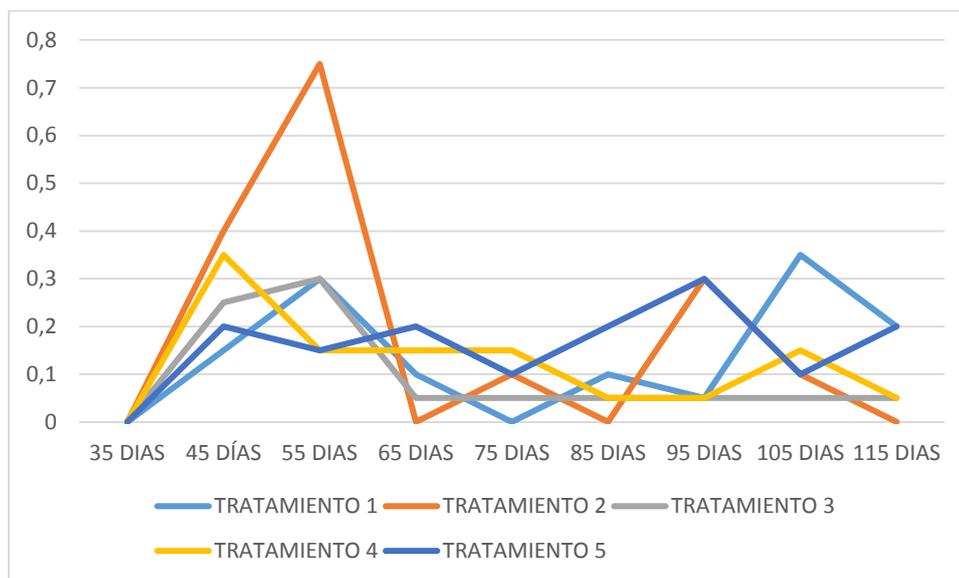
Tabla 171.

*Análisis de Varianza de la variable Infestación de Adultos de Backtericera Cockerelli en el cultivo de papa.*

ANOVA ADULTOS		p - valor								
Fuente de Variación	gl	35	45	55	65	75	85	95	105	115
<b>Total</b>	19									
<b>Repeticiones</b>	3	sd	0,0780ns	0,5230ns	0,0217*	0,1709ns	0,2067ns	0,0791ns	0,0736ns	0,0489*
<b>Tratamientos</b>	4	sd	0,7729ns	0,8300ns	0,2504ns	0,7429ns	0,2422ns	0,2312ns	0,7427ns	0,0898ns
<b>Error</b>	12									
<b>CV %</b>		0,00	11,19	20,9	5,47	6,92	5,46	8,56	11,6	5,07
<b>Promedio (adultos /planta)</b>		0,00	0,27	0,33	0,10	0,08	0,08	0,15	0,15	0,10

Elaborado por: Moreta (2021)

Aplicando la prueba de Tukey al 5% entre tratamientos se obtuvo un solo rango (A), es decir, no hubo diferencia significativa en ninguno de los monitoreos de adultos realizados.



**Figura 4.** Medias de la variable Infestación de Adultos de Backtericera Cockerelli (adultos/planta y días de aplicación después de la siembra) en el cultivo de papa.

#### 4.1.4. Análisis de la variable Incidencia de la plaga.

El análisis de varianza (ADEVA) que corresponde a la variable de Incidencia de la Plaga, determinó un p - valor menor al nivel de significación de la prueba ( $\alpha=0,05$ ) entre tratamientos, indicando esto que hubo diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 12,94%, y el promedio del experimento fue de 26% de incidencia de la plaga en el cultivo de papa. (Tabla 18).

Tabla 18.

*Análisis de Varianza de incidencia de Backtericera Cockerelli en el cultivo de papa*

ANOVA		p – valor Daños
Fuente de Variación	Gl	
<b>Total</b>	19	
<b>Repeticiones</b>	3	0,5806ns
<b>Tratamientos</b>	4	<0,0001**
<b>Error</b>	12	
<b>CV %</b>		12,94
<b>Promedio (%)</b>		26,00

Elaborado por: Moreta (2021).

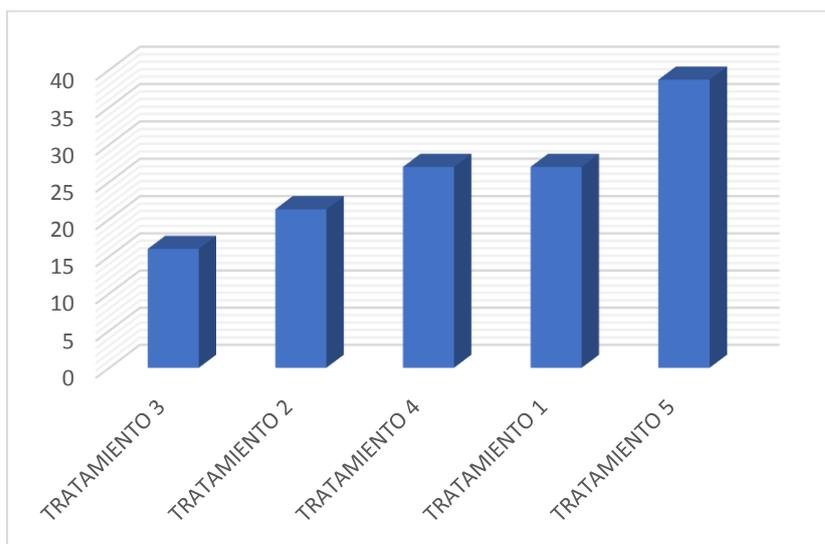
Determinando que los valores tuvieron diferencia estadística, podemos observar que el tratamiento 5 es el que tuvo mayor porcentaje de plantas con incidencia de daño, llegando a un 38,67% de afectación ubicándose en el rango C y el tratamiento 3 que tuvo menor número de plantas con incidencia de daño con un 16%, ubicándose en el rango A, durante el ciclo del cultivo, como lo demuestra la siguiente tabla:

Tabla 19.

*Prueba de Tukey al 5% para la incidencia de la plaga de Bactericera cockerelli en el cultivo de papa. Bolívar-Carchi, 2020.*

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.	
TRAT. 3	16	4	1,68	A
TRAT. 2	21,34	4	1,68	A B
TRAT. 4	27	4	1,68	B
TRAT. 1	27	4	1,68	B
TRAT. 5	38,67	4	1,68	C

Elaborado por: Moreta (2020)



**Figura 5.** Incidencia de *Bactericera cockerelli* (medias vs tratamientos) en el cultivo de papa.

#### 4.1.5. Rendimiento de cosecha de papa en T/Ha<sup>-1</sup>.

El análisis de varianza para la variable Rendimiento de Cosecha, no detectó diferencias estadísticas entre tratamientos, pero si se pueden observar pequeñas diferenciaciones entre tratamientos.

Tabla 20.

*Análisis de Varianza de Rendimiento Total de tubérculos en el cultivo de papa.*

ANOVA		p - valor			
Fuente de Variación	GI	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
<b>Total</b>	19				
<b>Repeticiones</b>	3	0,3793	0,5209	0,2298	0,2841
<b>Tratamientos</b>	4	0,3581	0,4128	0,1254	0,5113
<b>Error</b>	12				
<b>CV %</b>		21,78	21,36	19,16	16,9
<b>Promedio (T/Ha<sup>-1</sup>)</b>		21,11	10,63	6,15	37,90

Elaborado por: Moreta (2021).

A continuación, se detallan los rendimientos por tratamientos:

Tabla 21.

*Rendimiento promedio en t/ha<sup>-1</sup> por categoría de papa de la variedad Diacol Capiro. Bolívar-Carchi, 2020.*

TRATAMIENTO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL	DEFORMES
<b>TRAT. 1</b>	21,87	11,48	5,59	38,93	13,14
<b>TRAT. 2</b>	21,93	9,1	5,18	36,22	5,87
<b>TRAT. 3</b>	24,3	11,81	6,57	42,69	13,47
<b>TRAT. 4</b>	19,92	9,69	5,98	35,59	10,00
<b>TRAT. 5</b>	17,55	11,08	7,44	36,06	10,59

Elaborado por: Moreta (2020).

## 4.2. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados ya obtenidos podemos determinar que las etapas fenológicas más vulnerables a la infestación de la plaga, es a partir de la floración o desde los 55 días después de la siembra, con la aparición de adultos y posterior a ellos encontraremos distintos estados biológicos. Según Espinoza, H., Brow, J., Rivera, J., Weller, S. (2014), los insecticidas que contienen como ingrediente activo imidacloprid y abamectina son los que han mostrado reducción en la transmisión de *Candidatus liberibacter*.

Los daños que se encontraron en la infestación de *Bactericera cockerelli* fueron: clorosis, tubérculos aéreos, nudos gruesos y peciolos aplanados; tomando en cuenta que todos estos no se presentaron en todas las plantas. Según el ensayo, demostrando con la variable de incidencia de daños, a partir de la floración, la planta se vuelve vulnerable, mostrando anomalías en su fenología, así mismo lo demuestra Caranqui (2019), que en el cultivo de pimiento también afecta a partir de la etapa de floración. Entre otras, Castillo, C. (2019) menciona, que las plantas con infección de *Candidatus liberibacter*, presentan cambios de niveles de azúcares, 5 semanas antes de la cosecha, es decir, ya posterior a la floración el vector ya infectó al cultivo.

Aunque no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento entre tratamientos; sin embargo, se registraron diferentes tendencias de rendimiento por efecto de los tratamientos aplicados (Tabla 20). El T3 que consistió en 9 aplicaciones, que reporta rendimiento de 38,93 t/ha<sup>-1</sup>, mejor que el T4, que rindió 35,59 t/ha<sup>-1</sup>. A pesar que sus valores de daño fueron muy similares durante el desarrollo del cultivo, esta situación obedeció a que no siempre las plantas de papas que presentan cualquiera de los síntomas descritos en el porcentaje de daño afectan la producción y más bien se registraron tubérculos grandes. Además, en el 2018, en monitoreos de campo se observó que no todos los tallos de la planta fueron afectados con cualquiera de los síntomas (Anotaciones de campo Jovanny Suquillo, 2018).

Las razones anotadas anteriormente justifican por qué el testigo, T5 sin ningún tratamiento de control logró rendimiento de 36,06 t/ha<sup>-1</sup>.

Inés, J. (2007) en los resultados de su investigación, determina que la infestación de *Bactericera cockerelli*, está entre uno de los tratamientos que obtuvo menor rendimiento. Esto demuestra que, la infestación de la plaga sí repercute directamente en el rendimiento a la cosecha.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los bajos niveles de daño y mejores rendimientos obtenidos en la presente investigación, se determinó que el mejor tratamiento fue el T3, opinando que es mejor mantener los cultivos con aplicaciones frecuentes y oportunas.
- Se pudo determinar que a partir de la floración de la planta es vulnerable al ataque de *Bactericera cockerelli*, ya que observando los tratamientos T1, T2, T4 y T5 son afectados a diferencia del tratamiento T3, donde se brindó mayor cuidado.
- Las incidencias de la plaga que afectan al cultivo de papa son observadas a partir de la floración.
- No se observó un efecto directo de los insecticidas evaluados en los estados de vida de huevos y ninfas, pero si fue contundente a nivel de la población de adultos, aunque con sospecha que si murieron o huyeron durante los periodos de aplicación; pero lo que es cierto es que se logró bajar el porcentaje de daño con las aplicaciones y por ende se lograron rendimientos altos de papa.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- En la presente investigación, si bien es cierto, los controles se realizaron cada 10 días, sin embargo, se podría plantear otras investigaciones que reduzca las frecuencias de aplicación y otra aleatorización de insecticidas, ya sean de la misma u otra familia según el modo de Acción.
- Es importante determinar cuál de los síntomas como clorosis, nudos gruesos, peciolo aplanado, tubérculos aéreos y amarillamiento que presentan las plantas, son las que afectan mayormente en la producción de papa.
- Para el control de Paratrypa tener en cuenta que la plaga se encuentra en el envés de la hoja, por lo cual se debe realizar la pulverización o fumigación de abajo hacia arriba o con mayor fuerza para que los insecticidas lleguen a la plaga.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertsch, F. (2003). *Absorción de nutrimentos por los cultivos*. . San José - Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 307 p.
- Bogotá, C. d. (2015). *Manual Papa*. Bogotá - Colombia: Programa de aoy agrícola y agroindustrial.
- Bujanos, R. (2015). *El psílido de la papa y tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli*(Sulc) (Hemiptera Triozidae): ciclobiológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA*. San Salvador: Tauro S.A. de C.V.
- Caicedo, J., Simbaña, L., Calderón, D., Lalangui, K., & Rivera, L. (2020). *First report of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' in Ecuador and in South America*. Notes 15, 6. <https://doi.org/10.1007/s13314-020-0375-0>: Australasian Plant Dis.
- Caranqui, C. (2019). *Daños de *Bactericera cockerelli* Sulc.(Paratrioza) en el cultivo depimiento (*Capsicum annum* L.) en la Comunidad de Juan Montalvo, Provincia de Carchi*. El Angel - Carchi: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Castillo, C. (2019). *Bactericera cockerelli: un problema actual y Candidatus Liberibacter solanacearum: una amenaza*. Ambato: VIII Congreso Ecuatoriano de la Papa.
- Castillo, C., Paltrinieri, S., Buitrón, J., & Bertaccinbi, A. (2018). *Detection and molecular characterization of a 16 Srl-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador*. Australasian Plant Pathology, 47, 311-315.
- Castillo, C., Zhen, F., Snyder, W., & Jensen, A. (2017). *El psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Hemíptera: Triozidae) y sus enemigos naturales*. Tulcán, Ecuador: INIAP.
- Egúsqüiza, R. (2013). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa*. Cusco - Perú: UNALM.
- ESPAC. (2019). *Tabulados de la encuesta de superficie y producción Agropecuaria continua*. Quito: INEC.
- Espinoza, H., Rivera, J., Brown, J., & Weller, S. (2014). *Manejo integrado de plagas de papa en Honduras*. La Lima, Cortés, Honduras: FHIA.
- FAO. (2008). LEGADO ANDINO. *Recuperado de: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/origenes.html>*, p.1.
- Hernan, E., Judith, B., José, R., & Stephen, W. (2014). *Manejo Integrado de Plagas de Papa en Honduras*. La Lima - Honduras: FHIA - USAID.

- Huacanes, J. (2017). Evaluación de paquetes tecnológicos, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad “Ruby” para proceso industrial, en el Centro Experimental San Francisco. *Tesis de pregrado*, Universidad Politécnica Estatal del CArchí.
- Inés, J. (2007). *Crecimiento y Producción de Papa Infestada con Bactericera cockerelli (Sulc) e Inoculadas con Verticillium dahliae Kleb Y Fusarium oxysporum Schlecht. Bajo Condiciones de Invernadero*. Buenavista - México: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- INIAP. (2018). *INIAP ejecuta un plan emergente frente a la presencia de Punta Morada de la Papa en el Ecuador*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-ejecuta-un-plan-emergente-frente-a-la-presencia-de-punta-morada-de-la-papa-en-ecuador/>
- IRAC. (2015). IRAC MoA Classification Scheme. IRAC International MoA Working Group. *IRAC executive. Version 8.0*, 26 p. en línea <http://www.iraconline.org/documents/moa-classification/?ext=pdf>.
- IRAC. (2019). Folleto de clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. *Comité de acción contra la resistencia a insecticidas*, 28.
- Lastres, L. (2018). *Taller Internacional: Emergencia fitosanitaria en el cultivo de papa en Ecuador y sus implicancias para el Perú y la Región Andina*. Lima, Perú: CIP.
- Monteros, A. (2016). Rendimientos de papa en el Ecuador primer ciclo 2016. *Obtenido de: [http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_papa2016.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa2016.pdf)*.
- Montesino, M., López, H., Hernández, J., & Zayas, E. d. (2009). Insecticidas Botánicos como alternativas para el manejo de plagas en sistemas agroforestales. *Agricultura Orgánica*, 24-26.
- Muyaneza, A., Crosslin, J., & Upton, J. (2007). *Association of Bactericera cockerelli (Homoptera : Psyllidae ) with “ Zebra Chip ,” a New Potato Disease in Southwestern United States and Mexico*. USA & México: Journal of Economic Entomology, 100(3), 656–663.
- Muyaneza, J., & Henne, D. (2013). *Leafhopper and Psyllid Pests of Potato*. In A. Alyokhin, C. Vincent, & P. Giordanengo (Eds.), *Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management* (pp. 65–102). Oxford: Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386895-4.00004-1>.
- Noroña, J., & Tipanquiza, J. (2010). *Evaluación del comportamiento en el cultivo de Papa (Solanum tuberosum) Variedades "INIAP-NATIVA; INIAP-ESTELA"; VERSUS UNTESTIGO, VARIEDAD TRADICIONAL "BOLONA" EN EL CANTÓN PAUTE*

PROVINCIA DEL AZUAY. PAUTE - AZUAY: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.

- OIRSA, D. d. (2015). Diagnostic Protocol for the detection of the Tomato Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc). <http://plantbiosecuritydiagnostics.net.au/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/NDP-20-Potato-tomato-psyllid-Bactericera-cockerelli-VI.2.pdf>, On line.
- OIRSA, O. i. (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*, 58.
- Parsons, D. (2010). *Papas. Manual para Educación Agropecuaria*. México.
- Porras, P., & Herrera, C. (2015). Modelo productivo de la papa variedad Diacol Capiro para el departamento de Antioquia. *Siembra*, 93.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. *INIAP - COSUDE*, Ed.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *Cultivo de la papa en el Ecuador*. Quito - Ecuador: INIAP-CIP.
- Rivadeneira, J., Bolaños, C., Garcés, S., Ello, C., Bonilla, V., & Ochoa, J. (2015). ¿La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador?. *Memorias del VI Congreso Ecuatoriano de la Papa*. INIAP.
- Rivadeneira, J., Bolaños, C., Garcés, S., Tello, C., Bonilla, v., & Ochoa, J. (2015). ¿La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador?. Ibarra - Ecuador: En D. Brown, S. Ortega Andrade, y G. Yaguana (Eds.), *Memorias del VI Congreso Ecuatoriano de la Papa* (pp. 80-82). INIAP - CIP.
- Rivera, R., Ramírez, F., & Acosta, A. (2018). *Distribución espacial de las poblaciones de huevos de Bactericera cockerelli Sulc. en el cultivo de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.)*. Estado de México, México: UAEM.
- Rojas, P. (2010). “Biología de *Tamarixia triozae* (BURKS) Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Tesis maestra en ciencias, Colegio de Postgraduados, Texoco*, Edo. México.
- Román, M., & Hurtado, G. (2002). *Guía Técnica: Cultivo de la papa*. San Salvador, El Salvador: CENTA.
- Romo, J. (2016). “EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y CALIDAD DE SIETE VARIEDADES Y CLONES PROMISORIOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA GRANJA LA PRADERA, CHALTURA, ANTONIO ANTE, IMBABURA”. Ibarra - Ecuador: UTN.

- Suquillio, j., Sevillano, C., Bastidas, E., & Chulde, A. (2018). *Diagnóstico de la situación actual de Bactericera cockerelli en cultivos de papa del cantón Bolívar y partedel cantón Montufar, provincia del Carchi*. Bolívar, Carchi, Ecuador: INIAP.
- Suquillo, J. (2018). *Anotaciones de monitoreos de campo*. Bolívar: INIAP.
- White, P. J., Whcatley, R. E., Hammond, J., & P and Zhang, K. (2007). *Minerals, Soils and roots*. In: Vreugdenhil, D. (ed.). *Potato biology and biotechnology, advances and perspectives*. Elsevier Amtersdan: 739-752 p.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Moreta Yambay Kevin Javier  
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401358577  
PERIODO ACADÉMICO: IOV 2020 - MARZO 2021

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación de insecticidas en la infestación de *Bactericera cockerelli* según la etapa fenológica de la papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi."

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO  
**LECTOR:** MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID  
**ASESOR:** MSC. MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** VIRTUAL **AULA:** VIRTUAL  
**FECHA:** miércoles, 17 de marzo de 2021  
**HORA:** 16H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	5.53
2) Trabajo escrito	2.33
<b>Nota final de PRE DEFENSA</b>	<b>7.86</b>

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 17 de marzo de 2021**



Firmado digitalmente por:  
PAUL SANTIAGO  
ORTIZ TIRADO

MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO  
**PRESIDENTE**



Firmado digitalmente por:  
SEGUNDO RAMIRO  
MORA QUILISMAL

MSC. MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO  
**TUTOR**



Firmado digitalmente por:  
CARLOS DAVID  
HERRERA  
RAMIREZ

MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID  
**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
<b>NAME:</b> Moreta Yambay Kevin Javier				
<b>DATE:</b> 26 de marzo de 2021				
<b>TOPIC:</b> "Evaluación de insecticidas en la infestación de <i>Bactericera cockerelli</i> según la etapa fenológica de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) en el cantón Bolívar, provincia del Carchi."				
<b>MARKS AWARDED</b> <span style="float: right;"><b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b></span>				
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 0,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Moreta Yambay Kevin Javier

Fecha de recepción del abstract: 26 de marzo de 2021

Fecha de entrega del informe: 26 de marzo de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



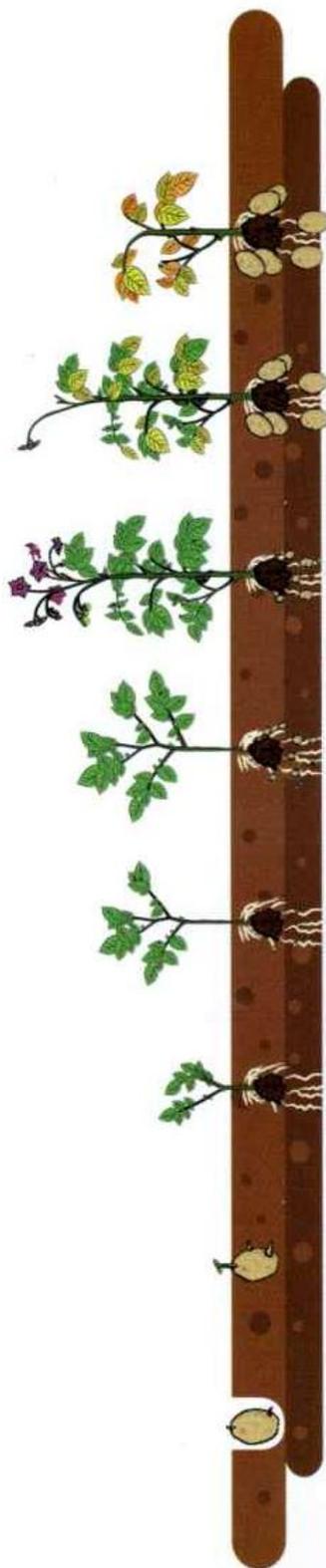
Escaneado con el documento por:  
EDISON ROANERGES  
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Clasificación y modo de acción de insecticidas para el control de *Bactericera cockerelli* según IRAC; 2018.



Anexo 4: Propuesta de manejo de *Bactericera cockerelli* por fase fenológica del cultivo y grupo químico del insecticida.



APLICACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8
ETAPA CULTIVO	FONDO DE SURCO	DESHIERBA**	RASCADILLO	APORQUE	PREFLORACIÓN	INICIO TUBER.	TUBERIZACIÓN	MADURACIÓN
GRUPO QUÍMICO	0	35-45	45-60	70-75	80-90	100-120	>120	>150 DÍAS
4A*	X	X		X				
1A	X		X	X	X			
1B	X		X	X		X		
2B	X		X	X	X			
4C			X	X	X			
4D			X	X	X			
5			X	X	X			
6			X	X	X			
7C			X	X	X			
12A			X	X	X			
12D			X	X	X			
13			X	X	X			
14			X	X	X			
16		X	X	X	X			
23		X	X	X	X			
28		X	X	X	X			
BIORRACIONALES		X	X	X	X			

\*Para este ejemplo de 8 controles no se deben realizar más de tres aplicaciones de cada grupo químico en el ciclo de cultivo.

\*\*En cada fase fenológica se debe utilizar un producto de las diferentes opciones de los grupos químicos.

\*\*\* El número de aplicaciones (8) es solo referencial, esto es variable depende de varios factores como: variedad, altitud de siembra, temperatura ambiental, humedad relativa, presencia de huevos, ninfas y adultos del psílido y nivel de infestación.

Anexo 5: División de parcelas.



Anexo 6: Medición de dosificaciones de los insecticidas.



Anexo 7: Aplicación de insecticidas.



Anexo 8: Huevos y ninfa de *Bactericera cockerelli*.



Anexo 9: Nudos gruesos (daños).



Anexo 10: Contabilidad de huevos y ninfas.

