



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

MONITOREO DEL PSÍLIDO *Bactericera cockerelli* EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CAMPUS CEASA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – SALACHE, 2020.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR:

Yanchatipan Toapanta Doris Marisol

DIRECTOR:

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

LATACUNGA-ECUADOR

SEPTIEMBRE 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Doris Marisol Yanchatipan Toapanta, con cédula de ciudadanía No. 180446303-0, declaro ser autora del presente proyecto de titulación: “Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En el campus ceasa de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020.”, siendo la Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

Doris Marisol Yanchatipan Toapanta

CI. 1804463030

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte de **Doris Marisol Yanchatipan Toapanta**, identificado con C.I. N°. **180446303-0** de estado civil soltera y con domicilio en Santiago de Píllaro, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES:

CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En el campus ceasa de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020.” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en consejo directivo. 07 de Julio del 2020

Tutor(a). - Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

Tema: “Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En el campus ceasa de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020.”

CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligado a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. -**EL CESIONARIO** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 14 días del mes de Septiembre del 2020.

Doris Marisol Yanchatipan Toapanta

LA CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“MONITOREO DEL PSÍLIDO *Bactericera cockerelli* EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*) EN EL CAMPUS CEASA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – SALACHE, 2020..”, de Doris Marisol Yanchatipan Toapanta, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo de investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de Septiembre 2020

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg

TUTOR DEL PROYECTO

C.I. 180190290-7

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Yanchatipan Toapanta Doris Marisol, con el título del Proyecto de Investigación: del Proyecto de Investigación con el título: “MONITOREO DEL PSÍLIDO *Bactericera cockerelli* EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CAMPUS CEASA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – SALACHE, 2020”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 Septiembre del 2020

Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza Mg

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

CC: 050160440-9

Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg

LECTOR 2

CC: 180226703-7

Ing. Marco Antonio Rivera Moreno.

LECTOR 3

CC: 050151895-5

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar a Dios y a la Virgen que me han concedido la vida, salud y me guían siempre para poder cumplir cada meta en mi vida, como no a mi madre quien ha estado junto a mi apoyándome, aconsejándome siempre en cada proyecto de vida realizado, también agradecer a mi hermano que siempre han estado pendientes de que siga el camino correcto.

Un agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial a los Docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica por darme la oportunidad de estudiar y formarme como una profesional

Un agradecimiento especial a mi Directora de tesis la Ing. Mg. Guadalupe López por el apoyo incondicional y su respaldo durante todos los procesos de este proyecto de investigación

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de la presente investigación

Doris Marisol Yanchatipan Toapanta

DEDICATORIA

Mi tesis está dedicada a mi principal motor de vida a mi hija Samantha, a mi madre Norma Toapanta, mi padre Segundo Yachatipan, a mis abuelos quienes me han apoyado incondicionalmente para poder cumplir con este sueño anhelado.

Este proyecto ha sido un logro más que llevo a cabo con su esfuerzo y dedicación hacia mí y sin lugar a duda agradecerles por todo lo que han hecho por mí, muchas gracias papitos

A mi familia y amigos que siempre han esto motivándome para cumplir con esta meta y no dejarme caer por las circunstancias cruzadas en mi vida y guiarme por el buen camino siempre.

Doris Marisol Yachatipan Toapanta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020.”

Autora: Doris Marisol Yanchatipan Toapanta

RESUMEN

En la presente investigación determinada como Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020. Los objetivos de este estudio fueron: Caracterizar la abundancia y registrar la población de *B. cockerelli* en el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi y establecer el ciclo fenológico en el desarrollo de *B. cockerelli* en el campo, para llevar a cabo estos objetivos se realizó un análisis estadístico descriptivo con la aplicación de medias, para el monitoreo de oviposturas, ninfas y adultos en donde para el muestreo de oviposturas se seleccionó veinte plantas al azar, donde se monitoreo y registró diagonalmente en forma de X la presencia de *B. cockerelli* en un tiempo de cinco minutos, para el muestreo de ninfas en cada planta se seleccionó 4 foliolos se contó desde la parte apical hacia la parte inferior y para los adultos se ubicó trampas horiver amarillas . Para la crianza de *B. cockerelli* se realizó bajo una temperatura con su humedad relativa en donde se observó los estados fenológico en el desarrollo de *B. cockerelli*. Los resultados de este estudio revelaron que en la identificación de oviposturas surgió un promedio de 8 huevos/planta; mientras que en el conteo de ninfas llego a promediar 1 ninfas/planta. En el ciclo fenológico de *B. cockerelli* se observó claramente cuando la temperatura aumenta (19.7°C) y la humedad relativa disminuye (66%) el ciclo biológico es más corto, en temperaturas bajas el psílido tiene un retraso en su ciclo de vida de 30 a 35 días.

Palabras claves: Bactericera, papa, estados fenológicos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES
AGRONOMY ENGINEERING DEGREE

TITLE: Monitoring of the psyllid *Bactericera cockerelli* in the crop potato (*Solanum tuberosum* L.) At the CEASA campus of the Technical University of Cotopaxi - Salache, 2020.

Author: Doris Marisol Yanchatipan Toapanta

ABSTRACT

In this investigation determined as Monitoring of the psyllid *Bactericera cockerelli* in the crop potato (*Solanum tuberosum* L.) at the CEASA campus of the Technical University of Cotopaxi - Salache, 2020. The objectives of this study were: To characterize the abundance and record the population of *B. cockerelli* at the CEASA campus of the Technical University of Cotopaxi and to establish the phenological cycle in the development of *B. cockerelli* in the field, to carry out these objectives a descriptive statistical analysis was carried out with the application of averages, to the monitoring of ovipositions, nymphs and adults where for the oviposition sampling twenty plants were selected at random, where the presence of *B. cockerelli* was monitored and recorded diagonally in an X shape in a time of five minutes, for the sampling of nymphs In each plant, 4 leaflets were selected, counted from the apical part to the lower part, and yellow horiver traps were located for the adults. For the raising of *B. cockerelli*, it was carried out under a temperature with its relative humidity where the phenological states in the development of *B. cockerelli* were observed. The results of this study revealed that an average of 8 eggs / plant emerged in the identification of ovipositions; while in the nymph count I averaged 1 nymphs / plant. In the phenological cycle of *B. cockerelli* it was clearly observed when the temperature increases (19.7°C) and the relative humidity decreases (66%), the biological cycle is shorter, at low temperatures the psyllid has a delay in its life cycle of 30 to 35 days.

Keywords: *Bactericera*, potato, phenological stages.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
1.- INFORMACIÓN GENERAL	1
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3.- JUSTIFICACIÓN.....	4
4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
5.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
6.- OBJETIVOS.....	7
6.1.- Objetivo general.....	7
6.2.- Objetivos Específicos	7
7.- TABLA DE ACTIVIDADES POR OBJETIVO.....	8

CAPÍTULO I	9
8.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
8.1.1- Origen	9
8.2.- Importancia del cultivo de papa en el Ecuador	9
8.3.- Clasificación taxonómica.....	10
8.4.- Características Botánicas	10
8.4.1.- Hojas	10
8.4.2.- Tallo	11
8.4.3.- Fruto	11
8.4.4.- Flores.....	11
8.4.5.- Raíz	11
8.4.6.- Los tubérculos	11
8.5.- Labranzas del cultivo de papa.....	12
8.5.1.- Preparación de terreno.....	12
8.5.2.- Siembra	12
8.5.3.- Deshierve	12
8.5.4.-Aporque	12
8.6.- Incorporación de abonos orgánicos o químicos.....	12
8.6.1- Fertilización orgánica.....	13
8.6.2.- Fertilización química.....	13
8.7.- PLAGAS Y ENFERMEDADES	13

2.-BACTERICERA COCKERELLI	15
2.1.-Desarrollo biológico	16
2.2.-Morfología de los estados	16
2.3.-DESARROLLO NINFAL	16
2.4.-Morfología del Adulto	17
2.5.- Ciclo de vida	19
2.6.-Síntomas y daños que ocasiona el insecto.	19
2.6.2.- Indirectos	20
2.7.- Control cultural.	20
2.8.-Control etológico	21
2.9.-Control biológico	21
2.10.-Control químico	22
2.11.-ESTRATEGIAS DE MANEJO.....	22
2.12.-Detección y monitoreo.....	22
2.12.1.-Muestreo de foliolos.....	22
2.13.- Trampas Horiver kopper amarillas.	23
2.13.1.- Cómo funciona Horiver?.....	23
2.13.2.- Aplicación de Horiver	23
2.13.3.- Dosis.....	24
9.- VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS	25
9.1. Hipótesis:.....	25

9.1.2 Hipótesis Nula.....	25
9.1.3 Hipótesis alternativa.....	25
CAPÍTULO II.....	26
10.- METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:	26
10.1.- Modalidad básica de investigación	26
10.1.1. De Campo.....	26
10.1.2. Bibliográfica Documental	26
10.2.- Tipo de Investigación.....	26
10.2.1. Descriptiva	26
• Observación Directa.....	27
• Registro de datos	27
• Análisis estadístico	27
10.4.- Materiales y equipos	27
10.5.- Ubicación del ensayo	28
Condiciones Edafoclimáticas	29
Croquis del ensayo	30
10.6.- Manejo específico del ensayo	30
• Implementación de trampas Horiver	30
• Muestreo de plantas.....	30
• Muestreo de psílicos.....	31
• Monitoreo de ninfas	31

• Crianza de <i>B. cockerelli</i>	31
10.7.7. Toma de datos	32
11.3. Ciclo biológico de <i>Bactericera cockerelli</i>	38
12.- CONCLUSIONES	41
13.- RECOMENDACIONES	42
14.- BIBLIOGRAFÍA	43
15.- ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Objetivos, actividades, resultado de la actividad, descripción de la actividad (técnicas e instrumentos).	8
Tabla 2.- Clasificación taxonómica de la papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	10
Tabla 3.- Plagas y enfermedades en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	13
Tabla 4. Clasificación taxonómica de <i>Bactericera cockerelli</i>	15
Tabla 5. Medidas en los diferentes estadios de <i>Bactericera cockerelli</i>	19
Tabla 6.- Ubicación del ensayo.	28
Tabla 7. Condiciones edafoclimáticas del área experimental.....	29
Tabla 8. Promedio de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i>	33
Tabla 9. Promedio de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> en las fechas establecidas	34
Tabla 10. Coordenadas geográficas de las trampas Horiver para el monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i>	36
Tabla 11. Promedios de adultos de <i>Bactericera cockerelli</i> en las trampas Horiver.....	36
Tabla 12. Estadios del ciclo de vida de <i>Bactericera cockerelli</i>	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.-Muestreo de oviposturas de <i>Bactericera cockerelli</i> en plantas de <i>Solanum tuberosum</i> L variedad superchola.....	34
Gráfico 2.- Muestreo de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> en planta de <i>Solanum tuberosum</i> L variedad superchola.	35
Gráfico 3.- Individuos de <i>Bactericera cockerelli</i> capturados en las trampas Horiver	37
Gráfico 4.- Ciclo biológico de <i>Bactericera cockerelli</i> a una temperatura de 19.7 °C	40

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.- Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> , fuente: (Trumble, 2006)	16
Fotografía 2.- Presentación de los estadios ninfales de <i>Bactericera cockerelli</i> . fuente: (Garzón, 2002).....	17
Fotografía 3.- Ala de <i>Bactericera cockerelli</i> , fuente: (Marín J. , 2008).....	18
Fotografía 4.- Hembra de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).	18
Fotografía 5.- Valvas genitales del macho de <i>Bactericera cockerelli</i> . fuente: (Marín J. , 2008)	18
Fotografía 6.- Ciclo de vida de vida de <i>Bactericera cockerelli</i> fuente: (Trumble, 2006)	19
Fotografía 7.- ubicación de las trampas Horiver para el monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i>	29
Fotografía 8.- Croquis de ubicación de las placas Horiver	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Aval de ingles.....	49
Anexo 2: Preparación del terreno para la elaboración del proyecto de investigación	50
Anexo 3: Diseño del ensayo y siembra.....	50
Anexo 4: Instalación de trampas horiver para la captura de adultos	51
Anexo 5; Monitoreo de huevos y nifas de Bactericera y cambio de trampas amarillas	51
Anexo 6: Muestreo de oviposturas, ninfas y adultos de Bactericera cckerelli.	52
Anexo 7: Instalación de jaulas para la crianza de Bactericera cockerelli	52

1.- INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020.”

Fecha de inicio:

Octubre del 2019

Fecha de finalización:

Septiembre del 2020

Lugar de ejecución:

Parroquia Salache Bajo, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto Cultivos Andinos

Equipo de Trabajo:

Tutora: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg

Lector 1: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza Mg.

Lector 2: Ing. Marco Antonio Rivera Moreno.

Lector 3: Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.

Coordinador del proyecto:

Doris Marisol Yanchatipan Toapanta

Dirección: Santiago de Pillaro-Tungurahua

Teléfonos: 0999111867

Correo electrónico: doris.yanchatipan3030@utc.edu.ec

Edad: 22 años.

Nacionalidad: Ecuatoriana.

C.I.: 180446303-0

Área de Conocimiento:

Agricultura

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:**Producción agrícola sostenible**

Fortalecimiento de los sistemas productivos en comunidades de la provincia de Cotopaxi a través de la generación de tecnologías para la producción y procesamiento de granos andinos (chocho, quinua y amaranto)

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se llevó a cabo en la en la comunidad de Salache Bajo, cantón Latacunga, con la finalidad de identificar la distribución en tiempo de *Bactericera cockerelli* en el desarrollo de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L)

La investigación tuvo como objetivo, caracterizar la distribución de *Bactericera* en las fases fenológicas del cultivo de papa, ya que en la actualidad esta plaga ha ocasionado grandes pérdidas de producción en la provincia de Cotopaxi.

Para la investigación se utilizó la variedad Super Chola, aplicando la metodología de un análisis estadístico descriptivo la utilización de medias: para el monitoreo de oviposturas se realizó cada 15 días, se contabilizó en un tiempo de 5 min utilizando un cronometro. Para el conteo de ninfas se seleccionó 20 plantas y se realizó el conteo de 4 foliolo desde la parte apical hacia la inferior y para los adultos se utilizó trampas horiver pegajosas que fueron cambiadas cada 15 días previamente fueron enviadas al CIP para su conteo respectivo. Para el ciclo de vida de *Bactericera* se realizó con una temperatura de 19.7 °C y una humedad relativa de 69% del cantón Pillaro que fueron tomadas del lugar donde fue instalado la jaula para la crianza de *Bactericera cockerelli* con la ayuda de un termo higrómetro para identificar el tiempo de cada estado fenológico del psílido *Bactericera*, todo esto tiene como objetivo determinar los daños que ocasiona *Bactericera cockerelli* en el desarrollo de la planta de papa ya que en cada estado va disminuyendo su vigor y bajando su producción.

3.- JUSTIFICACIÓN

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de conocer la fluctuación de la población del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en una zona productora de papa como Salache bajo, donde ya se ha registrado la presencia de esta plaga. Se examinó la estructura genética de las poblaciones del psílido y poder desarrollar medidas de prevención y de manejo integrado más acertadas.

La producción de papa se habría reducido entre el 30% y 50%, toda vez que ha sufrido el impacto de una baja substancial en el precio y por la plaga de la planta provocada por un psílido que en su primera etapa absorbe la savia de la planta para su crecimiento y no permite el desarrollo del tubérculo. Sin embargo, las expectativas para el año 2019 reflejaron caídas de hasta un 20%, como resultado de una menor superficie de siembra y niveles de inversión en la provincia de Cotopaxi. (Castillo, 2020)

El riesgo de que las poblaciones del psílido de la papa se incrementen e invadan nuevas áreas es alto ya que el paisaje agrícola de Ecuador ofrece hospederos durante todo el año y el clima seguramente no impedirá su desarrollo. El monitoreo permitió conocer como *B. cockerelli* se desarrolla en campo en el barrio Salache, el conocimiento generado en esta investigación se asociará con el conocimiento del productor como se menciona en el título del proyecto.

4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos con el presente trabajo son los agricultores de la comunidad de Salache bajo así como también los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi el núcleo del proyecto de investigación: "Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020."

Beneficiarios indirectos son los productores a nivel de Cotopaxi que se verán beneficiados, con la práctica y realización de monitoreos en los cultivos papa para ser aprovechados desde el punto de vista investigativo, además de contribuir con los agricultores en general donde se pretende mejorar las condiciones de producción.

5.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bactericera cockerelli puede destruir el 95 % de la producción debido a que disminuye la calidad de los tubérculos al provocar un manchado interno, el psílido de la papa ha afectado hasta el momento a un 60% de los cultivos y puede llegar al 100% en poco tiempo si no se toman los correctivos necesarios, además esta situación no solo afecta económicamente a los agricultores si no también se podrá ver a corto plazo una escasez del producto y de la semilla de papa. (Chunco, 2014)

Los agricultores de papa se sienten inquietos por la presencia de *B. cockerelli*, algunas personas no la distinguen esto ha ocasionado una baja producción en el cultivo de papa en la provincia de Cotopaxi, debido a esta problemática los agricultores han optado por utilizar diferentes técnicas que ayuden al control de esta plaga. (Cadena H., 1985)

Para los pequeños agricultores no ha sido fácil lidiar con esta plaga ya que no se ha encontrado un ingrediente activo que sea efectivo para combatir a *B. cockerelli* esto ha sido el mayor problema ante esta situación también ocasiona grandes pérdidas en el ingreso económico y el tiempo de desinfección del suelo para poder realizar otro cultivo. (Carter, 1950)

6.- OBJETIVOS

6.1.- Objetivo general

- Identificar la distribución de *Bactericera cockerelli* en el desarrollo de cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el lote 10 del campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020.

6.2.- Objetivos Específicos

- Caracterizar la abundancia y registrar la población de *B. cockerelli* en el lote 10 del campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi
- Establecer el ciclo fenológico en el desarrollo de *B. cockerelli* en el campo.

7.- TABLA DE ACTIVIDADES POR OBJETIVO

Tabla 1.- Objetivos, actividades, resultado de la actividad, descripción de la actividad (técnicas e instrumentos).

OBEJTIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
1 Caracterizar la abundancia y registrar la población de <i>B. cockerelli</i> en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache	1.1 Instalacion y cambio de Trampas HORIVER (Koppert) (amarillo) cada 15 días 1.2 Toma de datos de los huevos y ninfas de las 20 plantas seleccionadas Realizar una base de datos que iniciará con colocar las trampas y luego cambiar cada 15 días.	Conocer la incidencia de Bactericera cockerelli en el sector Salache a través de un análisis.	Libro de campo Fotografías
2 Establecer el ciclo fenológico en el desarrollo de <i>B. cockerelli</i> en el campo.	2.1 Implementación de una jaula entomológica 2.2 Capturas de moscas <i>B. cockerelli</i>	Conocer el ciclo de vida de <i>B. cockerelli</i> y en qué tiempo finaliza su ciclo	Libro de campo Fotografías

CAPÍTULO I

8.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para el tema de investigación “Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020” se ha encontrado como antecedentes las siguientes investigaciones: caracterizar la abundancia y registrar la población de *B. cockerelli* en el lote 10 del campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi y establecer el ciclo fenológico en el desarrollo de *B. cockerelli* en el campo.

8.1.- CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR

La papa corresponde al género *Solanum* de la sección *Potatoe*, que agrupa a plantas que producen tubérculos verdaderos; es una planta herbácea, caducifolia, perenne, puede llegar a alcanzar el metro de altura (Falconí, 2013).

8.1.1- Origen

La papa tiene su Centro de Origen en América del sur, y desde allí fue exportada al resto del mundo en diferentes fases a lo largo de la historia. Se tiene noticias de la llegada de papas a las Islas Canarias desde 1567 (Cuesta, Caballero, Rivadeneira, & Andrade, 2013).

El Ecuador las especies silvestres y nativas, identificadas hasta el momento, demuestran la riqueza en diversidad genética que junto con el germoplasma mejorado, ofrecen a los investigadores, oportunidades para encontrar soluciones alternativas a determinados limitantes del cultivo (Monteros, Yumisaca, Andrade, & Reinoso, 2011).

8.2.- Importancia del cultivo de papa en el Ecuador

En la Sierra Ecuatoriana la papa es el segundo cultivo más importante después del maíz, personifica la base de la nutrición de gran parte de la población ecuatoriana. El cultivo de papa cambió la forma de vida de miles de personas en nuestro país, no solo a empresarios, productores y comercializadores, sino también la de miles de campesinos del sector rural, quienes encontraron una procedencia de trabajo, su cultivo vincula a 88.130 productores según

el III Censo Nacional Agropecuario, además, al menos 250.000 personas están implicadas directa o indirectamente con el cultivo (Andrade., 2002).

8.3.- Clasificación taxonómica.

Tabla 2.- Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum* L)

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	Angiosperma
Orden:	Solanales
Familia:	Solanácea
Género:	Solanum
Especie:	Tuberosum (L).

Fuente: (Andrade, 2011)

La papa (*Solanum tuberosum*) es un cultivo de mucha importancia agrícola que forma parte principal de la seguridad alimentaria del Ecuador. En el país se registró una producción de 422589 Tm de papa con un área de siembra de 32188 hectáreas en el 2018 (MAG, 2019) lo que muestra la importancia de este cultivo. La producción se ve afectada por plagas que disminuyen el rendimiento en campo y en postcosecha, se ha estimado una disminución de hectáreas sembradas de 47 mil en el 2013 a un promedio de 31 mil ha en los dos siguientes años, y otra reducción de 53 mil ha sembradas en el 2016 a un promedio de 32 mil ha en los dos siguientes años (Alarcón García, 1997).

8.4.- Características Botánicas

8.4.1.- Hojas

El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas (Reinoso, 2013).

Las hojas son compuestas y pinnadas presentando cinco, siete y nueve folíolos normalmente el follaje alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Se disponen en forma alterna a lo largo del tallo (Corso, Moreno, & Franco, 2010).

8.4.2.- Tallo

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura (Pumisacho & Sherwood, 2002).

8.4.3.- Fruto

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene la semilla sexual. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas (Molina, 2004).

8.4.4.- Flores

Dependiendo del cultivar el sistema floral de la papa se localiza en la parte terminal del tallo, de siete a quince e incluso treinta unidades florales. El inicio de la floración marca uno de los estados fenológicos más importantes de la planta. Las flores pueden llegar a tener 4 cm de diámetro como toda solanácea de 5 pétalos unidos por sus bordes formando la corola. La flor forma 5 anteras de color amarillo en un tubo alrededor de pistilo y llegan a una longitud de hasta siete milímetros de largo. La corola es habitualmente de color blanco o de matices de color violeta, azul o purpura (Falconí, 2013).

8.4.5.- Raíz

Presenta un sistema radicular fibroso, con raíz primaria, hipocotíleo y epicotíleo, a partir de las cuales se desarrolla el tallo y el follaje (Gallegos & Asaquibay, 2002). La raíz de la papa tiene varias funciones como es el sostén de la planta, absorber agua y nutrientes, sin los cuales no podrán desarrollarse los tallos, las hojas, los frutos, además de permitir la formación de los tubérculos (Corso, Moreno, & Franco, 2010).

8.4.6.- Los tubérculos

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces. A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende. Hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la medula y la corteza en forma de gránulos de almidón con detalles característicos (Gallegos & Asaquibay, 2002).

8.5.- Labranzas del cultivo de papa

Antes de empezar es vital realizar un análisis de suelos para poder recomendar una buena fertilización.

8.5.1.- Preparación de terreno

En la preparación del terreno se necesita maquinaria, una rastra, un arado o un subsolado en épocas secas; si las condiciones del terreno son extensas, mientras que en huertos la limpieza puede ser manual. Consiste en la limpieza de hierbas malas y un removimiento del terreno para darle aire y aflojar el suelo. Pueden hacerse camas, huachos o simplemente sin darle forma al suelo. (Cortes, 1998)

8.5.2.- Siembra

Desinfectar la semilla es necesario y con vitavax, este se debe mezclar con agua y con una dosis de 100 a 150ml/100kg de semilla.

La siembra se lo realiza por medio de huachos, se siembra por cada golpe 2 o 3 semillas, la distancia de siembra entre planta es de 40 cm x 150 cm y con una profundidad de 5cm como recomendación de la marca comercial de la semilla (Infoagro.com, 2014).

8.5.3.- Deshierve

Se lo realiza a los 15 días después de la siembra consiste en eliminar las malezas que existe alrededor de la planta se remueve superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad (Jiménez, 2009).

8.5.4.-Aporque

Esta labor se realiza entre los 90 y 110 después de la siembra. Cumple las mismas funciones que el medio aporque, además de brindar un ambiente propicio para la tuberización. Con esta labor se da forma definitiva a los surcos (Jiménez, 2009).

8.6.- Incorporación de abonos orgánicos o químicos.

Se debe realizar después de la preparación del terreno.

8.6.1- Fertilización orgánica

Para incorporar abonos orgánicos que pueden ser restos de materia vegetal como el compost, abonos verdes, etc; o desechos de animales como la gallinaza, estiércol de ganado vacuno, etc; tiene que poner a descomponer con anticipación, ya que al no estar descompuesta por completo podríamos afectar al cultivo en vez de ayudarlo con nutrientes (Carballo & Guaharay, 2004).

8.6.2.- Fertilización química

En el caso de una fertilización química primero se revisa el análisis de suelo y con todos esos detalles determinamos una fertilización técnica y a más de eso también conocemos la realidad del suelo para trabajarlo con otras estrategias, la fertilización del cultivo de papa varía en cada provincia y de acuerdo a la capacidad económica del agricultor, además de los diferentes suelos, a su origen y manejo (Infoagro.com, 2014).

Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos, un rendimiento de 56 t/ha de papa, extrae alrededor de 13 300-100 y 500 kg/ha de N-P₂O₅ y K₂O, respectivamente; razón por la cual la papa requiere del uso de fertilizantes para obtener producciones satisfactorias (Infoagro.com, 2014).

8.7.- PLAGAS Y ENFERMEDADES

Tabla 3.- Plagas y enfermedades en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L*)

CULTIVO	ENFERMEDAD	SÍNTOMA
Papa <i>(Solanum tuberosum L)</i>	Tizón tardío <i>(Alternaria solani)</i>	La enfermedad más grave de la papa en todo el mundo, es producida por un moho del agua llamado <i>Phytophthora infestans</i> , que destruye las hojas, los tallos y los tubérculos.
Papa <i>(Solanum tuberosum L)</i>	Marchitez bacteriana <i>(Fusarium solani var eumartii)</i>	Causada por un patógeno bacteriano produce grandes pérdidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas

Papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	Carbunco de la papa	Infección bacteriana que hace podrir los tubérculos en la tierra o en almacenamiento.
CULTIVO	PLAGA	SINTOMA
Papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	Polilla de la papa (<i>Tecia solanivora</i>)	Es la plaga más nociva de las papas sembradas y almacenadas en los climas cálidos y secos.
Papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	Mosca minadora de las hojas (<i>Meloidogyne</i>)	Insecto sudamericano que abunda en las zonas donde se aplican intensivamente insecticidas.
Papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	Nematodos (<i>Meloidogyne</i>)	Nocivas plagas del suelo de las regiones templadas, los Andes y otras zonas montañosas.
Papa (<i>Solanum tuberosum L</i>)	Bactericera cockerelli	El insecto se alimenta de la planta y succiona sus jugos ocasionando que esta no se desarrolle y se torne de color amarillo. (Becerra, 1989)

Fuente (Infoagro.com, 2014)

2.-BACTERICERA COCKERELLI

Tabla 4. Clasificación taxonómica de *Bactericera cockerelli*.

Reino:	Metazoa
División:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hemiptera
Familia:	Triozidae
Tribu:	<i>Genisteae</i>
Género:	Bactericera
Especie:	Bactericera cockerelli

Fuente: (Crizón, 2017)

(MAG, 2019) Reducciones que podrían ser efecto de la presencia de punta morada de papa. Recientemente fue reportada la presencia del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* Sulc (Triozidae: Homoptera) en Ecuador insecto que, en otros países, ha sido reportado como vector de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, el agente causal del chip zebra. Se presume que *B. cockerelli* está involucrado en la transmisión de fitoplasmas o en la sintomatología de punta morada de papa en Ecuador

El psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) ha sido una de las principales plagas de cultivos de solanáceas durante los últimos años. Esta plaga puede causar daño a los cultivos por alimentación directa y mediante la transmisión de la bacteria patogénica *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Sin. Ca. L. psyllauros). Se han realizado diversos estudios para determinar la relación de esta plaga y el daño que produce y para desarrollar estrategias de manejo para mitigar los daños causados por esta plaga en una amplia variedad de plantas solanáceas, aunque no se tienen resultados concluyentes de dichos estudios debido a la complejidad del patosistema *Bactericera cockerelli* (Castillo Carrillo, C., Paltrinieri, S., Bustamante, J. B., & Bertaccini, A., 2018).

Los estudios realizados en la última década han documentado la variabilidad genética sustancial en esta especie invasora, mejorando la comprensión de la rápida evolución de las interacciones entre el insecto y la enfermedad que transmite, y la mejora de la valoración del potencial invasor de la plaga (Flores, Alemán, & Notario, 2008).

2.1.-Desarrollo biológico

Una hembra adulta puede ovopositor hasta más de 500 huevos durante un periodo promedio de 21 días. El tiempo promedio requerido para el desarrollo de huevo a adulto es de 15 a 30 días a una temperatura de 27°C la cual favorece el desarrollo y sobrevivencia, temperaturas bajo 15°C o sobre 32°C afecta adversamente el desarrollo y sobrevivencia, existen normalmente tres o cuatro generaciones por temporada las cuales se pueden traslapar (Andrade, 2011).

Este insecto general mente deposita sus huevecillos por el envés y bordes de las hojas, pero sí la incidencia es muy alta también lo hace en las flores. Las ninfas se ubican normalmente en el envés de las hojas donde el follaje es más denso pero unas cuantas pueden ser encontradas por el haz; cuando son jóvenes pueden ser encontradas cerca del lugar donde fueron depositados los huevecillos o permanecen inactivas (Becerra, 1989).

2.2.-Morfología de los estados

El huevecillo: Es de forma ovoide de color anaranjado-amarillento, corion brillante, presentando en uno de sus extremos un pequeño filamento, con el cual se adhieren a la superficie de las hojas como se observa en la figura 1 (Marín J. A., 2002). Al eclosionar dan lugar a las ninfas



Fotografía 1.- Huevecillos de *Bactericera cockerelli*, fuente: (Trumble, 2006)

2.3.-DESARROLLO NINFAL

Presentan cinco estadios de desarrollo como se muestra en la Figura 2.

2.3.1.-Primer estadio ninfal. Es aplanada dorso ventralmente de forma oval, cabeza y cefalotórax redondeada, definido con segmentación poco evidente, setas a la periferia del segmento y la división del cuerpo no está bien diferenciado (Marín J. A., 2002).

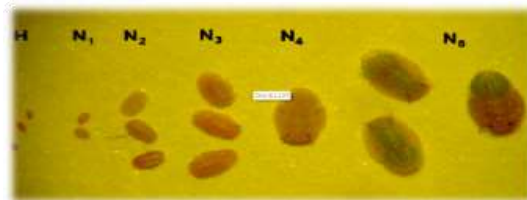
2.3.2.-Segundo estadio ninfal. Es aplanado dorso ventralmente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes. La cabeza de color amarillento con antenas con

segmentación no diferenciada, antenas con segmentos basales cortos, paquetes alares poco visibles y el abdomen bien definido, los ojos presentan un color anaranjado oscuro, el tórax de color verde-amarillento y los paquetes alares se hacen visibles (Marín J. , 2008).

2.3.3.-Tercer estadio ninfal. Aplanado dorso ventralmente las divisiones parecidas al segundo estadio, pero la diferenciación entre cabeza tórax y abdomen es más notoria (Marín *et al.*, 2002). Los ojos son rojos el tórax de color verde amarillento, se distinguen los paquetes alares y se presenta la segmentación en las patas (Becerra, 1989).

2.3.4.-Cuarto estadio ninfal. Ojos de color rojo oscuro, antenas adelgazadas y la parte media terminando con dos setas sensoras, la segunda segmentación de las patas está definida, se puede apreciar en la parte terminal de las tibiae posteriores tres espuelas, así como dos segmentos tarsales y un par de uñas (Becerra, 1989).

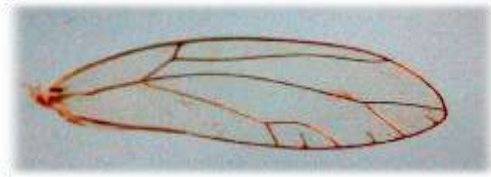
2.3.5.-Quinto estadio. Cuerpo aplanado dorso ventralmente, cabeza, tórax y abdomen bien definidos, la cabeza con antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal, en esta se encuentran dos setas sensores insertadas a diferentes niveles. Paquetes alares anteriores presentan los ángulos humerales proyectadas hacia la parte anterior del cuerpo (Marín *et al.*, 2002).



Fotografía 2.- Presentación de los estadios ninfales de *Bactericera cockerelli*. fuente: (Garzón, 2002)

2.4.-Morfología del Adulto

Miden como 2 mm, se reproduce sexualmente por copulación entre la hembra y el macho, lo que da como resultado la oviposición de varios huevecillos, al emerger presenta una coloración verde amarillenta; es inactivo presenta alas blancas como lo podemos ver en la figura 3, que al paso de 3 ó 4 hr se tornan transparentes. La coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café oscuro o negro; el cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio (Marín J. , 2008).



Fotografía 3.- Ala de *Bactericera cockerelli*, fuente: (Marín J. , 2008)

2.4.1.-La Cabeza: mide un décimo de la longitud total del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división del tórax, ojos grandes de color café y antenas filiformes (Marín J. , 2008).

2.4.2.-El tórax: blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces más largo del cuerpo (Marín J. , 2008).

2.4.3.-El abdomen: en las hembras con cinco segmentos visibles más el segmento genital, éste es de forma cónica en vista lateral, en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de “Y “con los brazos hacia la parte terminal del abdomen como se puede apreciar en la figura 4 (Marín *et al.*, 1995).



Fotografía 4.- Hembra de *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Los machos presentan seis segmentos visibles más el genital; al ver este insecto dorsalmente se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinzas que caracteriza a este sexo como lo podemos ver en la figura 5 (Marín J. , 2008).



Fotografía 5.- Valvas genitales del macho de *Bactericera cockerelli*. fuente: (Marín J. , 2008)

2.4.4.-Tamaño del insecto: A continuación, se presenta un cuadro con las dimensiones del pulgón saltador en diversas fases de su ciclo biológico, según (Becerra, 1989).

Tabla 5. Medidas en los diferentes estadios de *Bactericera cockerelli*.

Estadio	Largo (mm)	Ancho (mm)
Huevecillo	0.4	0.2
Ninfa 1	0.4	0.2
Ninfa 2	0.5	0.3
Ninfa 3	0.7	0.5
Ninfa 4	1.0	0.8
Ninfa 5	1.5	1.0
Adulto	1.6	0.7

2.5.- Ciclo de vida

(Marín J. A., 2002) Señala que después de la eclosión *B. cockerelli* pasa por cinco estadios ninfales hasta llegar al adulto. Como su velocidad de desarrollo depende en gran parte de la temperatura, Marín, 2002 determinó sus requerimientos térmicos en tiempo fisiológico o unidades calor obteniendo.

(Montero, 1994) Menciona que este insecto requiere de 20 a 23 días de huevecillo a adultos, dándose la máxima emergencia de adultos a los 21 y 22 día



Fotografía 6.- Ciclo de vida de vida de *Bactericera cockerelli* fuente: (Trumble, 2006)

2.6.-Síntomas y daños que ocasiona el insecto.

El psílido de la papa es una plaga importante que bajo infestaciones severas causa serios daños. Se puede comentar que este insecto causa dos tipos de daños: el directo y el indirecto. Durante los años 2003 y 2004, la incidencia de esta enfermedad se incrementó considerablemente,

llegando al 100 % en las aéreas productoras de papa, como ocurrió en la región sur de Coahuila y Nuevo León (Trumble, 2006).

Las plantas enfermas de *B. cockerelli* muestran una disminución en el crecimiento, desarrollo prematuro, clorosis o amarillamiento. Otros síntomas son la formación de tubérculos aéreos, entrenudos cortos enrollamiento apical, coloración purpura en folíolos y oscurecimiento en el interior de los tubérculos (Crizón, 2017).

2.6.1.- Directos

El primer daño reconocido se dio a conocer al mundo como toxinífero por el Dr. Richards en el año de 1928. El mencionó que la enfermedad de “amarillamiento de la papa” se debía a los procesos de la alimentación de las ninfas en la planta, ya que inyectan toxinas con su estilete; esto se confirmó al retirar las ninfas de la hoja, pues los síntomas desaparecen lentamente, y la planta tiende a recuperar su color verde normal (Becerra, 1989).

2.6.2.- Indirectos

Considera la transmisión por las ninfas y adultos de agentes asociados con diversos desordenes fisiológicos en papa. El primero como vector, incubador y trasmisor de patógenos, tales como fitoplasmas, uno de los agentes que provocan el síntoma del complejo de “Punta Morada” donde las plantas más jóvenes son más susceptibles a su ataque. También menciona que al transmitir fitoplasmas producen la enfermedad punta morada de la papa y permanente del tomate en jitomate (Garzón, 2002).

El segundo daño indirecto es reportado por mencionando los síntomas como papa manchada o rayada conocida regionalmente como “Zebra chip” y cita como agente en la transmisión de la bacteria *Candidatus liberibacter*. (Munyaneza *et al.*, 2007).

2.7.- Control cultural.

(Hartman, 1937) Señaló que las plantaciones tempranas de papa son severamente dañadas por el psílido, mientras que las tardías se ven menos afectadas. Lo anterior indica que es necesario general información referente al comportamiento del insecto para conocer cuáles son las etapas más susceptibles al ataque de este insecto.

Se considera que después las cosechas se deben destruir los residuos, quemarlos y limpiar el área del cultivo, eliminando así, posibles focos de reinfestación. Se recomienda también entre

las prácticas de control cultural, el uso de semilla certificada, comprobar su sanidad con análisis de laboratorio; rotación de cultivos y uso de diferentes variedades de papa (Ferguson, Banks, & Fraser, 2013).

2.8.-Control etológico

Se deben colocar trampas amarillas 45 días antes de la siembra en los 4 lados de la parcela. En este período se debe de hacer eliminación de hospederos permanentemente y seguido de aplicación de insecticidas, eliminación de hospederos alternos 45 días antes de la siembra y eliminación de otras solanáceas. Se pueden utilizar trampas que consisten en un cilindro con una tarjeta amarilla, removible, reticulada, impregnada de un pegante para la captura de adultos, y colocada ligeramente arriba de la punta de las plantas, las tarjetas se recogen semanalmente y se reemplazan por nuevas (Al-Jabar, 1999).

También se puede establecer barreras vivas, trampas que deben circundar el cultivo, pero sobre todo en el sitio en que arriban los vientos dominantes y en el momento oportuno (Cortez, 2011).

2.9.-Control biológico

Este tipo de control ayuda a equilibrar el medio ambiente, al mantener las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Comercialmente existen productos biológicos para el control de *P. cockerelli* y también se encuentran de manera natural dentro del cultivo, por lo que al realizar una aplicación con insecticidas se debe tomar en cuenta que no sean tan agresivos con la fauna benéfica, y se requiere no realizar más de 8 aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo (Espinoza, 2012).

2.10.-Control químico

Los psílicos se alimentan de áreas protegidas de la planta (en el envés de las hojas), es muy importante que la cobertura de la aplicación sea total y son bastante tolerantes a los insecticidas, por lo que las dosis pueden ser altas, en los cuadros 9 y 10 se muestran algunos insecticidas usados en el control de *P. cockerelli* y sus dosis recomendadas (Espinoza, 2012).

2.11.-ESTRATEGIAS DE MANEJO.

Las estrategias de manejo dirigidas contra el psílido *B. Cockerelli* son los únicos medios efectivos para manejar los problemas fitosanitarios que se generan en los cultivos de solanáceas, sin embargo, las fuertes pérdidas económicas que ha causado la plaga, ocasionan que en la mayoría de los casos el control esté basado en su totalidad en el control químico haciendo un lado la posibilidad de complementar con estrategias de control biológico donde se ha demostrado que son una buena opción de control complementaria (BUJANOS, 1995).

2.12.-Detección y monitoreo.

El monitoreo de las poblaciones del psílido de la papa y el tomate sirve para determinar su presencia y conocer la estructura de sus poblaciones; es decir, cuál es la proporción relativa de sus diferentes estados biológicos y si están presentes en una densidad de población que requiera llevar a cabo alguna acción de manejo, ya sea a nivel regional o de unidad de producción (Cuesta, Peñaherrera, & Velásquez, Guía de manejo de la punta morada de la papa., 2018).

El monitoreo es un valioso auxiliar para determinar el inicio del proceso de inmigración al cultivo y para determinar la eficacia de las tácticas de manejo que se estén utilizando. En general para el caso de los insectos vectores de enfermedades de los cultivos de solanáceas es importante prevenir la transmisión mediante este enfoque preventivo (Department of Agriculture Australian Government, 2012).

2.12.1.-Muestreo de folíolos.

El muestreo se realiza dos veces por semana, se deben realizar en las orillas y en el centro del cultivo, diez hojas por sitio de muestreo, las hojas a revisar deben ser de la parte media a baja de la planta y las que estén menos expuestas los adultos y ninfas prefieren estas zonas, la

revisión debe ser minuciosa apoyándose con lupas, el muestreo es el sistema más adecuado para el monitoreo de las poblaciones de estados inmaduros (huevos y ninfas) (SENASICA, 2009).

2.13.- Trampas Horiver kopper amarillas.

Las trampas amarillas son efectivas para detectar poblaciones inmigrantes de insectos al cultivo y deben de colocarse desde el inicio del cultivo, se recomienda el empleo de trampas rectangulares de 48 pulgadas². Las más efectivas para capturar insectos vectores son las de color amarillo (Garzón, 2002).

2.13.1.- Cómo funciona Horiver?

Las trampas adhesivas son esenciales en la detección y eliminación parcial de varias especies de plagas voladoras en los invernaderos. Estas trampas facilitan la detección de plagas en una fase temprana, para utilizar entonces las medidas biológicas necesarias para combatirlas. De este modo, se evitan las aplicaciones innecesarias de productos químicos. (InfoAgro, 2015)

Además, el conteo regular de los insectos capturados con trampas adhesivas ofrece información sobre las plagas presentes en el invernadero, sobre la rapidez con la que se desarrolla su población y sobre cuándo es probable que la misma alcance su pico. Gracias a ello, los agricultores están mejor preparados a las potenciales amenazas. (Agrocalidad, 2020)

2.13.2.- Aplicación de Horiver

Instrucciones de uso:

- En cultivos altos, tales como pepino, tomate y pimiento, las trampas deben colocarse justo por encima de la planta y subirlas según crezca el cultivo.
- En cultivos de baja altura, las trampas se deben sujetar con cañas o soportes de alambre y colocarlas a un máximo de 30 cm por encima del cultivo. (InfoAgro, 2015)
- Las trampas deben colocarse en áreas con el mayor riesgo de infestación, es decir, puertas, extremos de los hastiales y aberturas laterales de ventilación. (InfoAgro, 2015)
- Si se captura un número significativo de parásitos voladores, las trampas deberán retirarse. Esto ocurre sobre todo cuando las trampas cuelgan entre las plantas (en lugar de por encima de las mismas). (InfoAgro, 2015)

2.13.3.- Dosis

Si el objetivo es controlar, la dosis recomendada es cinco trampas por 1 000 m². Si las trampas deben contribuir al control biológico de plagas en los denominados focos (es decir, atrapamiento masivo), utilice como mínimo una trampa por 20 m² o como máximo una por 2 m². Para este objetivo se pueden usar trampas grandes o pequeñas. (InfoAgro, 2015)

El éxito de las placas Horiver se basa en la combinación de varios factores exclusivos de este producto que Koppert no fabrica para otras marcas. En primer lugar, la calidad de la superficie adhesiva es suficientemente fuerte para retener los insectos capturados. En segundo lugar, las placas Horiver emplean un tono único de color azul, amarillo o negro, que ha demostrado ser el más atractivo en cada caso para los insectos que son objetivo de la trampa debido a su longitud de onda. En tercer lugar, tanto el soporte plástico como el adhesivo con el que se fabrican las placas Horiver garantizan una excelente durabilidad, ya que los materiales empleados aguantan las condiciones extremas del sureste español sin alterar sus propiedades. (InfoAgro, 2015)

9.- VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

9.1. Hipótesis:

9.1.2 Hipótesis Nula

La práctica de monitoreo no permite conocer la abundancia de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L*) en las diferentes etapas fenológicas.

9.1.3 Hipótesis alternativa

La práctica de monitoreo permite conocer la abundancia de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L*) en las diferentes etapas fenológicas.

CAPÍTULO II

10.- METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

10.1.- Modalidad básica de investigación

10.1.1. De Campo

La investigación de campo se llevó a cabo con la finalidad de dar respuesta a algún problema planteado previamente, extrayendo datos e informaciones a través del uso de técnicas específicas de recolección, como entrevistas, encuestas o cuestionarios (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014).

La investigación es de campo, debido a que el monitoreo de trampas y la recolección de datos se hizo directamente en el Campus Experimental Salache el área de experimentación se ubicó en el suroeste de la puerta de ingreso a la hacienda, en el lote 10 ocupando un área de 240 m².

10.1.2. Bibliográfica Documental

Según Hernández y otros (2014), afirma que esta modalidad está orientada a resolver una situación o problema y obtener conocimientos mediante la recopilación, análisis e interpretación de información obtenida exclusivamente de fuentes documentales. La investigación se respaldó en la revisión de bibliografía, para la discusión de resultados.

10.2.- Tipo de Investigación

10.2.1. Descriptiva

La investigación es de tipo descriptiva porque se basó en los principios del método científico, donde se manipularon variables no comprobadas en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o un acontecimiento en particular (Arquero *et al.*, 2009). Al aplicar este tipo de investigación nos permitió recolectar datos para posteriormente analizarlos estadísticamente y cumplir con los objetivos planteados.

10.3.- Técnicas de Investigación

- Observación Directa

La observación directa se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede (Cerde, 1991). Durante el ensayo se utilizó esta técnica para monitorear al psílido, tanto en las plantas como en las trampas ubicadas en el área de influencia.

- Registro de datos

El cuaderno de campo es un documento en el cual, se deben registrar los datos y las labores efectuadas a lo largo del experimento. También se conoce como Cuaderno de Explotación, cuaderno de labores o libro de campo (n. a., 2018). El libro de campo se utilizó para el registro de los datos de cada una de las variables a evaluar.

- Análisis estadístico

El análisis estadístico es aquel que emplea técnicas estadísticas para interpretar datos, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno (Hernández y otros, 2014).

Para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva con el fin de realizar promedios y gráficos que interpreten los resultados obtenidos en la investigación de los monitoreos realizados.

10.4.- Materiales y equipos

Los equipos utilizados en el ensayo de campo fueron las trampas Horiver de la casa comercial Koppert, estas trampas son esenciales para la detección y eliminación de varias especies de plagas voladoras en invernaderos, nos permite realizar un conteo de los insectos objetivo capturados y tener en cuenta su densidad poblacional para tomar medidas correctivas (Koppert, 2020). También se utilizó una lupa de 5X, dos palos, una carpeta, un kit de extracción de insectos, tela organza, tachuelas, tabla triplex y palos de 30cm.

Otros materiales utilizados fueron esferográficos, hojas de papel Bond A4, lápices, cámara fotográfica, una laptop y un termohigrometro.



10.5.- Ubicación del ensayo

Tabla 6.- Ubicación del ensayo.

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Barrio	Eloy Alfaro
Localidad	CEASA – CAREN – UTC
Latitud	00° 59' 47,68'' S
Longitud	78° 37' 19,16'' O
Altitud	2757 msnm.

Elaborado: Yanchatipán, D. (2020)

Ubicación de trampas Horiver para monitoreo de *B. Cockerelli*



Fotografía 7.- Ubicación de las trampas Horiver para el monitoreo de *Bacctericerca cockerelli*

Elaborado por: Yanchatipán, D. (2020)

Condiciones Edafoclimáticas

Tabla 7. Condiciones Edafoclimáticas del área experimental.

Temperatura media	13,5 – 14,5 °C
Precipitación	19,5 mm
Humedad relativa	70%
Luminosidad	9 – 9 horas/día

Fuente: Estación Meteorológica CEASA

Croquis del ensayo



Fotografía 8.- Croquis de ubicación de las placas Horiver

Elaborado por: Yanchatipán, D. (2020)

10.6.- Manejo específico del ensayo

- Implementación de trampas Horiver

Se utilizó trampas HORIVER (Koppert) de color amarillo a nivel del terreno, ubicando cada trampa de forma diagonal, una en cada esquina para el monitoreo y conteo de adultos de *B. cockerelli*, luego del conteo de insectos se procedió a colocar en fundas plásticas para enviar al Centro Internacional de la Papa (CIP) para su posterior identificación. Las trampas fueron reemplazadas cada 15 días.

- Muestreo de plantas

Se seleccionó veinte plantas al azar en el área de influencia, donde se monitoreo y registró diagonalmente en forma de X la presencia de *B. cockerelli*. En cada planta muestreada se contabilizó las oviposturas tomando un tiempo de cinco minutos (utilizando un cronómetro). Para realizar el monitoreo y conteo de huevos y ninfas se dividió a la planta en cuatro cuadrantes, iniciando por los brotes jóvenes de las plantas (parte apical) y revisando

descendentemente todas las estructuras vegetales para contabilizar todas las oviposturas y ninfas que estén presentes con la ayuda de una lupa con aumento 5X.

- Muestreo de psílicos

Las trampas Horiver fueron colocadas, una al borde del cultivo y una al centro para registrar la presencia del psílido. Las trampas fueron colectadas y reemplazadas cada 15 días y enviadas al Centro Internacional de la Papa (CIP) para su respectiva identificación. Previo al envío, cada trampa fue recubierta con un plástico transparente para proteger a los insectos adheridos.

- Monitoreo de ninfas

Se seleccionó 20 plantas al azar y se procedió a realiza dos diagonales en forma de X, en cada planta se tomó cuatro foliolos de la parte inferior y con la ayuda de una lupa 10X procedimos a contabilizar las ninfas del psílido de la papa.

- Crianza de *B. cockerelli*

Se utilizó una red entomológica para capturar al psílido de la papa en el área de investigación donde se encontraba el sembrío de papa variedad Superchola de tres meses de edad, los adultos capturados, aproximadamente 5 adultos se introdujeron en jaulas entomológicas con medidas de 30 * 40 centímetros cubiertas con tela de organza para evitar que los insectos se escapen; además en cada jaula se colocó una planta para alimento del insecto y su reproducción.

Se establecieron tres jaulas y en cada una de ellas se liberó a los insectos, los cuáles ovopositaron en las plantas que se encontraban en el interior de la jaula, cada 15 días se procedió a cambiar de plantas, mientras que las plantas viejas eran colocadas en otra jaula para el conteo de huevos y tener en cuenta los días que transcurren en cada estadio en el ciclo de vida de *B. cockerelli*. Los datos de temperatura y humedad fueron tomadas del lugar en donde se estableció las jaulas en el instante en que fue introducida los adultos de Bactericera en el cantón Pillaro.

- Obtención de datos climatológicos

Los datos climatológicos fueron proporcionados por la Estación Meteorológica CEASA, direccionado por el Dr. Polibio Moreno quien proporcionó los datos para el estudio.

10.7.7. Toma de datos

Los datos se recolectaron en una libreta de apuntes indicando la fecha de monitoreo tanto en las placas Horiver, como para el conteo de huevos y ninfas, posteriormente se procedió a tabular los datos mediante cálculo estadístico descriptivo y realizar los gráficos respectivos.

CAPÍTULO III

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Abundancia de *Bactericera cockerelli*

Para realizar el estudio de la caracterización de la abundancia y registrar la población de *B. cockerelli*, se realizó 9 monitoreos de la plaga en 135 días, realizando un muestreo en diagonal en forma de X en todo el cultivo, para identificar oviposturas se contabilizó los huevos desde la parte apical hacia la parte inferior, promediando 8 huevos/planta; para el conteo de ninfas igualmente con el mismo método en diagonal en forma de X se procedió a muestrear cuatro folíolos en 20 plantas llegando a promediar 1 ninfa/planta. Ramírez y otros (2008), manifiestan que el monitoreo es semanal de forma directa en las hojas y revisar cuidadosamente para el conteo de huevos y ninfas

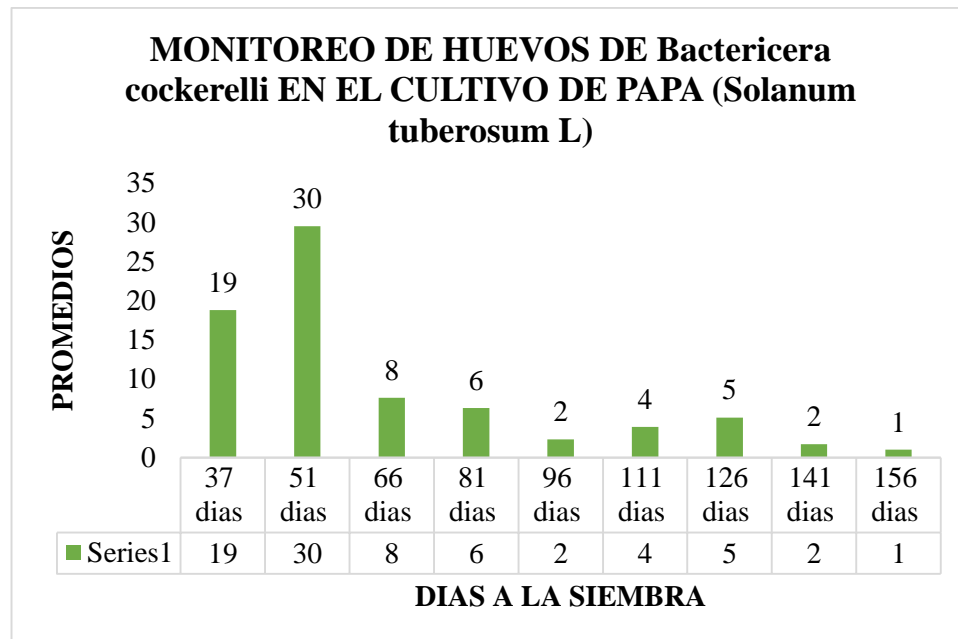
En la tabla #8 Promedio de huevos de *Bactericera cockerelli* se puede observar los valores promedio alcanzados de los muestreos realizados en el cultivo de papa variedad Super Chola, donde cada 15 días se procedió a realizar los conteos de huevos y ninfas de *B. cockerelli*, siendo la segunda toma de datos donde existen los promedios más altos, alcanzando 30 huevos/planta.

Tabla #8. Promedio de huevos de *Bactericera cockerelli*.

HUEVOS DE <i>Bactericera cockerelli</i>	
DIAS A LA SIEMBRA	PROMEDIOS
37 días	19
51 días	30
66 días	8
81 días	6
96 días	2
111 días	4
126 días	5
141 días	2
156 días	1
PROMEDIO GENERAL	8

Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

Grafico 1.- Monitoreo de huevos de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L*) variedad superchola



Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

En el grafico 1 se observa que las oviposturas monitoreadas cada 15 días (135 días), el día que presentó mayor grado de infestación es a los 51 días el cultivo culminaba su etapa de emergencia después de la siembra con 30 huevos por planta con una temperatura de 23°C esto se debe a que *Bactericera* es tolerante a temperaturas altas. (Capinera, 2001; Munyaneza, 2010) argumenta que el rango óptimo de temperatura es de 21-27°C, temperatura arriba de 32°C es perjudicial para *B. cockerelli* porque reduce la puesta de huevos y la eclosión, 27 °C es la temperatura óptima para el psílido (Cranshaw, 2001).

También se observa que el grado de infestación va disminuyendo a los 156 días con 1 huevo/planta con una temperatura de 16°C. Se tiene reportado hasta el momento que con temperaturas menores de 17°C se reduce el desarrollo de *B. cockerelli* (Abdullah, 2008).

Tabla 9. Promedio de ninfas de *Bactericera cockerelli* en los días establecidos

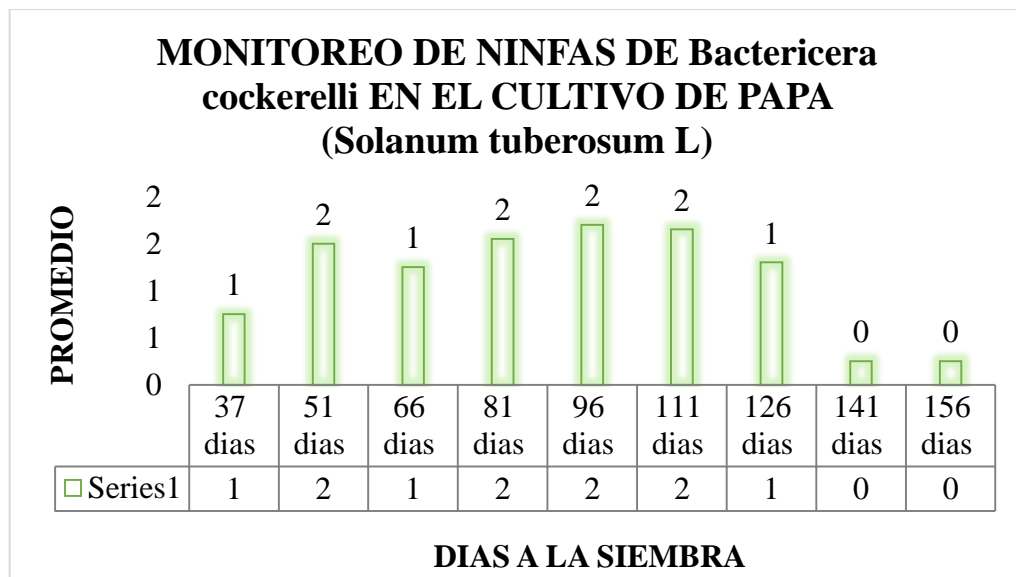
NINFAS DE <i>Bactericera cockerelli</i>	
DIAS A LA SIEMBRA	PROMEDIOS
37 días	1
51 días	2

66 días	1
81 días	2
96 días	1
111 días	1
126 días	1
141 días	0
156 días	0
PROMEDIO GENERAL	1

Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

En la tabla #9 Promedio de ninfas de *Bactericera cockerelli* en los días establecidos se observa claramente que el número de ninfas no varía en los monitoreos realizados donde como promedio general de es 1 ninfa/planta en los 135 días monitoreados. Jirón y otros (2016) indica acerca de la densidad de ninfas del insecto vector *B. cockerelli* en su estudio obtuvieron promedios bajos con 0,32 ninfas con aplicaciones químicas y 0,34 ninfas sin aplicaciones químicas por hoja.

Grafico 2.- Monitoreo de ninfas de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L*) variedad superchola.



Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

En el grafico 2 se observa la distribución de las poblaciones de ninfas de *B. cockerelli*, según los análisis estadísticos realizados, demostraron que las ninfas tienen preferencias en la etapa de floración y tuberización del cultivo de papa, esto podría deberse a que en esta parte pueden

encontrar tejidos jóvenes que faciliten su alimentación, además de encontrarse menos expuestas a las variaciones climáticas (Cranshaw, 2001), la infestación no pasó de 2 ninfas sin embargo en los últimos días tomados no se encontraron ninfas en la etapa de engrose y maduración del cultivo de papa, esto se debe a que el comportamiento de las ninfas de *B. cockerelli* ataca en la etapa fenológica de desarrollo, floración y tuberización de la planta de papa por ende en las últimas etapas del cultivo hay un porcentaje menor y también se debe a que se aplicó algunos insecticidas (fipronil, curacron, Diflubenzuron).

11.2. Monitoreo de adultos en Trampas Horiver

Ramírez y otros (2008), indica que para monitorear poblaciones de adultos de *B. cockerelli* bajo condiciones de campo e invernadero, se utilizan trampas de color amarillo con pegamento, que nos permite determinar la presencia y estructura de las poblaciones del psílido.

Tabla 10. Coordenadas geográficas de las trampas Horiver para el monitoreo de *Bactericera cockerelli*.

Trampa 1	S 1°0'3.8664"	W 78°37'10.146"
Trampa 2	S 1°0'3.8448"	W 78°37'11.4348"

Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

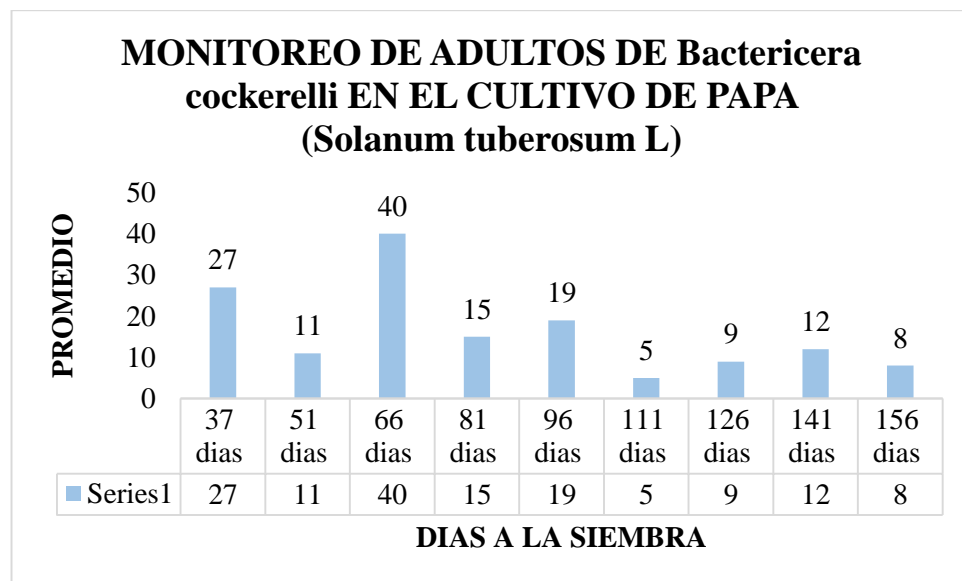
Tabla 11. Promedios de adultos de *Bactericera cockerelli* en las trampas Horiver

ADULTOS DE <i>Bactericera cockerelli</i>	
DIAS A LA SIEMBRA	PROMEDIOS
37 días	27
51 días	11
66 días	40
81 días	15
96 días	19
111 días	5
126 días	9
141 días	12
156 días	8
PROMEDIO GENERAL	16.22

Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

En la tabla #11 Promedios de adultos de *Bactericera cockerelli* en las trampas Horiver, en el monitoreo de insectos adultos y de ninfas realizado previamente en la tabla #10 se observó un rápido incremento de la población de adultos a los 66 días, indica que la movilización de los adultos es constante, pero que prefieren las partes más cálidas para establecerse.

Grafico 3.- Individuos de *Bactericera cockerelli* capturados en las trampas Horiver Koppert



Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

En el grafico 3 se observa que los datos obtenidos de las trampas hay mayor cantidad de adultos atrapados a los 66 días, en la etapa de desarrollo del cultivo cuando las plantas tienen abundante cantidad de follaje, el cultivo le proporcionan un refugio a *Bactericera* que la protege de las temperaturas de los veranos ya que la temperatura dentro del follaje es varios grados más fresca, lo cual permite un desarrollo óptimo de las poblaciones de este insecto plaga, la abundancia de *Bactericera* en esos días se dio debido a que la temperatura fue de 25.7 °C y por lo tanto era más favorable para el desarrollo del psílido *B. cockerelli*. El monitoreo de la plaga varía de acuerdo a la superficie de los lotes, la provincia de Cotopaxi presenta un valor de 34,61% de incidencia y 34,63% de severidad en el ataque de la mencionada plaga (Chulco, 2015).

11.3.Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli*

El psílido de la papa presenta tres estadíos durante su ciclo de vida, el primer instar son los huevos de forma ovoide son de color anaranjado, depositados en el envés de la hoja cerca del borde de la misma. El segundo instar se refiere a las ninfas, presenta 5 fases ninfales, siendo estas aplanadas dorso – ventralmente, siendo gradual el desarrollo de las estructuras cabeza, tórax y abdomen, siendo poco visibles al inicio y totalmente visibles en el último estado ninfal. El último instar es el insecto adulto, tiene una coloración verde – amarilla, inactivo y alas transparentes, finalmente toma una coloración café oscuro o negro (Bujanos & Ramos, 2015).

Para Gamarra y otros (2019), el ciclo biológico de *B. cockerelli* se completa en 35 – 40 días y a una temperatura de 27°C el ciclo es de 35 días; para Ramírez y otros (2008) indica que el ciclo de vida de la paratrioza es de 15 a 30 días aproximadamente. Toledo (2016) afirma que el ciclo de *B. cockerelli* dura alrededor de 45 a 49 días aproximadamente.

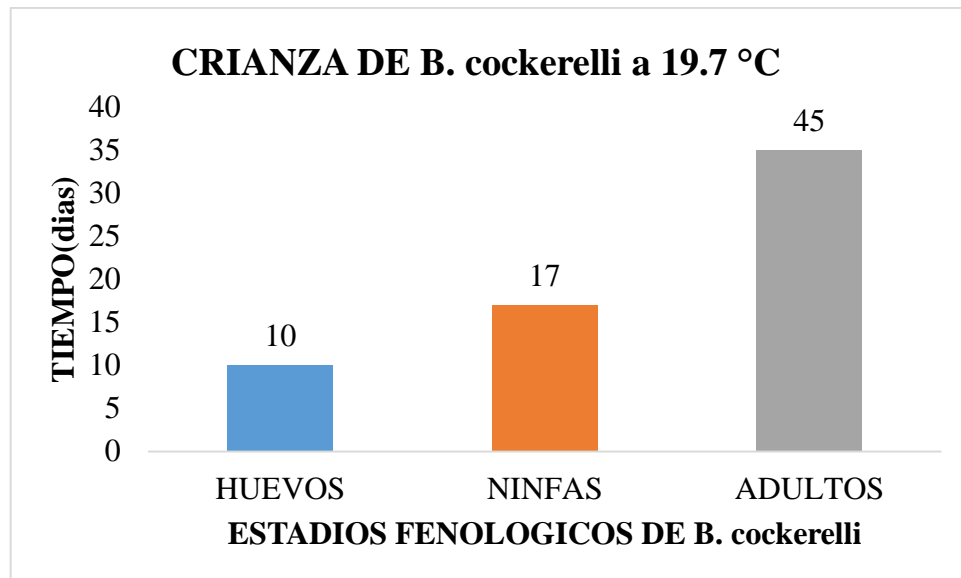
Tabla 12. Estadios del ciclo de vida de *Bactericera cockerelli*.

CRIANZA DE <i>Bactericera cockerelli</i>				
Temperatura	Humedad	ESTADOS FENOLOGICOS		
		HUEVOS	NINFAS	ADULTOS
19.7 °C	69%	10 días	17 días	35 días

Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

Tabla #12 Estadios del ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* se observa el valor de temperatura y humedad y el número de días que se demoró para cada estadío del ciclo de vida que requiere el insecto. Se observa claramente cuando la temperatura aumenta y la humedad relativa disminuye el ciclo biológico es más corto. Además, (Bujanos & Ramos, 2015) señala que el desarrollo *B. cockerelli* ocurre a aproximadamente 27 °C, mientras que la ovoposición, la eclosión y la supervivencia se reducen a 32 °C y se detienen a 35 °C, y una sola generación puede ser completada en 3 a 4 semanas (Abdullah, 2008).

Grafico 4. Influencia de la temperatura y humedad relativa en el ciclo biológico de *B. cockerelli*



Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

En el grafico 4 se observa que a 19.7 °C de temperatura *B. cockerelli* paso del estado de huevos a adultos en un transepto de 45 días es considerada como un insecto de “zonas templadas” que prefiere el clima cálido, pero no caliente lo que significa que las características del ciclo de vida de este insecto se ven severamente afectadas por condiciones extremas de temperatura, tanto calor como frío, es muy probable que a temperaturas más altas, pudiera favorecer el desarrollo de *B. cockerelli*.

La temperatura mínima tiene un efecto sobre las poblaciones de *B. cockerelli*, estas oscilaron entre los 11°C y 12 °C, las fluctuaciones de la temperatura mínima afectan el tiempo del desarrollo del insecto provocando variantes en los días para completar su ciclo de vida, el cual se ha demostrado que este puede variar de 15 a 30 días, cuando las temperaturas mínimas disminuyen el ciclo de desarrollo de *B. cockerelli* se prolonga (Abdullah, 2008).

Figura 6.- Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli* a una temperatura de 19.7 °C



Elaborado por: Yanchatipan, D. (2020)

El ciclo total dura un promedio de 45 días, con una temperatura de 19.7 °C y una humedad relativa de 69%, luego de realizar estudios de ciclos de insectos, basándose en días, concluyen que los insectos por ser poikilotérmicos, es decir, que su velocidad de desarrollo está determinada en gran parte por temperatura, su edad fisiológica debe definirse en base a grados día o unidades de calor. (Flores I. , 2013) Asegura que determinaron para *Bactericera cockerelli* la temperatura mínima de desarrollo es de 7°C y confirmaron que temperaturas superiores a los 35°C afectan su desarrollo

12.- CONCLUSIONES

- En el monitoreo se observó que hay mayor incidencia de oviposturas a los 51 días con 30 huevos por planta, el número de ninfas no supera de 2 por planta esto se debe a que no todos los huevos han eclosionado, mientras que los adultos atrapados a los 66 días hay mayor incidencia de 40 adultos por planta, se dio en la etapa de desarrollo del cultivo cuando las plantas tienen abundante cantidad de follaje, el cultivo le proporcionan un refugio a *Bactericera cockerelli* con una temperatura alta de 25.7 °C y por lo tanto fue más favorable para el psílido *Bactericera cockerelli*
- Se observó en la crianza de *Bactericera cockerelli* a una temperatura de 19.7 °C y una humedad relativa de 69% el tiempo del ciclo de vida es de 45 días de desarrollo desde el huevo hasta el adulto del psílido *Bactericera cockerelli* tanto cuando el insecto se alimenta de papa, son inversamente proporcionales a la temperatura óptima de 27°C que su ciclo de vida finaliza a los 35 días.

13.- RECOMENDACIONES

- Seguir realizando este tipo de temas de investigación como es la práctica de monitoreo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L*) ya que es muy importante brindar más apoyo a los productores de papa de la zona Salache bajo por parte de las autoridades y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi realizando esta práctica en cada sembrío para evitar grandes pérdidas e ir controlando al psílido *Bactericera* en cada etapa fenológica de este cultivo.
- Realizar un estudio más sofisticado que determine el ciclo biológico de *Bactericera cockerelli*, bajo condiciones climáticas de las zonas con temperaturas altas para llevar a cabo el control de *Bactericera* con el fin de llegar a un control biológico por conservación, trabajando constantemente en mejorar las condiciones para su establecimiento.
- También se recomienda a los agricultores que investiguen sobre las Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de papa que ayude con el control del insecto en sus diferentes estadios que sean sostenibles y amigables con el medio ambiente para evitar grandes pérdidas en la producción de papa.

14.- BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, N. M. (2008). Life history of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in Controlled Environment agriculture in Arizona. *African J. Agric, Res.* 3(1): 60-67.
- Agrocalidad. (2020). <https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com>. Obtenido de <https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/V.-Tipan-Day-2.pdf>
- Alarcón García, J. (1997). Caracterización taxonómica de la colección ecuatoriana de papa subgrupo precoces. *Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.*
- Al-Jabar, A. (1999). Integrated pest management of tomato/potato psyllid, *Paratrioza cockerelli*, (Homoptera, Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes. *Thesis PhD. Fort Collins, US, Colorado State University.* , 186p.
- Andrade, H. (2011). Cadena de producción de papa para el Agro- industria de papa tipo francesa: desarrollo de variedades, multiplicación de semilla y papa comercial. Quito: CTPAPA .
- Andrade., H. (2002). La Papa en el Ecuador. En “El Cultivo de Papa en elEcuador” (M. Pumisacho y S. Sherwood, eds.). *INIAP y CIP. Quito Ecuador.*
- Becerra, F. A. (1989). Biología de *Paratrioza cockerelli* y su relación con la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. *Tesis Químico Agrícola. Universidad Autónoma de Querétaro.*
- BUJANOS, M. R. (1995). “Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad permanente del jitomate en el Bajío”. *Catie, Manejo Integrado de Plagas,Revista Técnica* , No. 38, 25-32 p.
- Bujanos, R., & Ramos, C. (2015). <https://www.oirsa.org>. Obtenido de <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>

- C, Castillo Carrillo; Z; Fu; D, Burckhardt. (2019). First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, (1), 85-91.
- Cadena H., M. A. (1985). Reducción de la incidencia de la “Punta Morada de la Papa” por medio de fechas de siembra, genotipo de la planta y aplicación de insecticidas. *Mex. Fitopatol.* , 3(2):100-104.
- Carballo, M., & Guaharay, F. (2004). Control biológico de plagas agrícolas (primera ed.). Managua, Nicaragua: CATIE.
- Carter, R. D. (1950). Toxicity of *Paratrioza cockerelli* Sulc. to certain solanaceous plants. Ph. D. *Dissertation. University of California, USA*, 129p.
- Castillo Carrillo, C., Paltrinieri, S., Bustamante, J. B., & Bertaccini, A. (2018). Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, 1-5.
- Castillo, C. (2020). <https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/>. Obtenido de <https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/C.Castillo-Day-1.pdf>
- Cerda, H. (1991). <http://postgrado.una.edu.ve>. Obtenido de <http://postgrado.una.edu.ve/metodologia2/paginas/cerda7.pdf>
- Chunco, A. (2014). Hybridization in a warmer world. *Ecology and Evolution*, 10(doi:10.1002/ece3.1052).
- Corso, P., Moreno, J., & Franco, B. (2010). *Manual de papa para productores*. Bucaramanga.: CORPOICA.
- Cortes, J. (1998). Análisis del Crecimiento y de la Absorción de nutrimentos en dos Cultivares de Papa (*Solanum tuberosum*). *Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica.* .
- Cortez, M. E. (2011). Capacitación en el manejo y control de zebra chip (*Candidatus liberibacter solanacearum*) y su vector el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*). *México, INIFAP / SAGARPA*, 126 diapositivas.

- Crizón, M. (2017). Identificación molecular del fitoplasma causante de la punta morada de la papa y ensayos de resistencia sistémica adquirida. *Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas*, 15-79.
- Cuesta, X., Caballero, D., Rivadeneira, J., & Andrade, J. (2013). *El cultivo de papa en Ecuador y planes de mejora. Riobamba: V Congreso Ecuatoriano de la papa y IV Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en papa.*
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., & Velásquez, J. &. (2018). Guía de manejo de la punta morada de la papa. *INIAP. Manual Técnico 104.*
- Dalgo, M. (2020). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21455/1/T-UCE-0004-CAG-244.pdf>
- Department of Agriculture Australian Government. (2012). *Department of Agriculture Australian Government*. Obtenido de). En Línea: <http://plantbiosecuritydiagnostics.net.au/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/NDP-20-Potato-tomato-psyllid-Bactericera-cockerelli-V1.2.pdf>.
- Espinoza, H. (2012). Monitoreo del psílido de la papa, *Bactericera cockerelli*, y de la enfermedad de la papa rayada en el altiplano de Intibucá. *Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)*, Hoja Técnica no. 12, 4 p.
- Falconí, C. (2013). *Manual de cultivo paso a paso, cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)*. Quito: Edifarm.
- Ferguson, G., Banks, E., & Fraser, H. (20 de abril de 2013). *Potato psyllid – a new pest in greenhousetomatoes and peppers (en línea)*. . Obtenido de Ontario, Canada, Ontario Ministry of Agriculture and Food, OMAF Fact Sheet: Disponible en http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/potato_psyllid.htm
- Flores, I. (2013). Diagnóstico del Laboratorio Fitosanitario de la Unidad de Normas y Regulaciones, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Quetzaltenango. . *Quetzaltenango, Guatemala, MAGA*, 16.
- Flores, O., Alemán, N., & Notario, Z. (2008). Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. pp. 66-89. In: Flores Olivas, A. y Lira Saldivar, R.H. (eds). *Detección, Diagnóstico y Manejo de la Enfermedad Punta Morada de la Papa.*

- Gallegos, P., & Asaquibay, C. (2002). *Manejo Integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa en Ecuador*. Quito: Primera Edición INIAP-CIP. .
- Gamarra, H., Carhuapoma, P., & Kreuze, J. (2019). <https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9skowpengine.netdna-ssl.com>. Obtenido de <https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9skowpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/Phenology-and-pest-risk-Bactericera-cockerelli-Heidy-Gamarra-October-2019.pdf>
- Garzón, T. J. (2002). Asociación de Paratrioza cockerelli Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México. In: Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en horta. pp: 79–87.
- Hartman, G. (1937). A study of psyllids yellows. Wyoming, US, Wyoming Agricultural Experiment Station. *Bulletin 220*. May.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- InfoAgro. (2015). Las placas adhesivas Horiver ofrecen el mayor índice diario de capturas de trips, mosca blanca y Tuta absoluta, con resultados imbatibles. *Koppert: Placas adhesivas Horiver*.
- Infoagro.com. (2014). *Infoagro*. Recuperado el 23 de Mayo de 2019, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>
- Jiménez, M. (2009). Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Papa en la Finca Paso Ancho S.A. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). *Cartago, Costa Rica*.
- Jirón, R., Nava, U., Jiménez, F., Alvarado, O., Ávila, V., & García, J. (2016). Densidades de *Bactericera cockerelli* (Sulc) e Incidencia del “Permanente del Tomate” en Diferentes Condiciones de Producción del Tomate . *Southwestern Entomologist*, 1085 - 1094.
- koppert. (2007). Koppert Biological Systems.Guidelines and Pest Management Products. <http://www.koppert.nl/> .
- Koppert. (2020). <https://www.koppert.ec/>. Obtenido de <https://www.koppert.ec/horiver/>

- Liu, D., Trumble, J., & Stouthamer, R. (2006). Genetic differentiation between Eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata* , 177 - 183.
- MAG. (2019). Sistema de Información Pública (SIPA). *Junio 2019*. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/>
- Marín, J. (2008). Biología, Ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa Ln: Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa . *Departamento de parasitología UAAAN*, Pp 115-135.
- Marín, J. A. (2002). Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrypana cockerelli* (sulc) (Homoptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad” permanente de jitomate” en el bajo. In: *Memoria del taller sobre Paratrypana cockerelli (sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas*, Pp: 37-45.
- Mayela, M., Echeverría, L., & Mora, F. (2010). <http://www.mag.go.cr>. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>
- Molina, G. (2004). *Determinación de los ciclos de vida de las polillas de la papa Symetriscema tangolias y Tecia solanivora (Lepidópteros: Geleciidae) bajo condiciones controladas de laboratorio*. Quito: Tesis de Grado previo a la obtención de Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. .
- Montero, L. R. (1994). Ciclo de vida y factores de mortalidad de psyllido del tomate *Paratrypana cockerelli* (Sulc)(Homoptera: Psyllidae). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de licenciatura.*, pp: 79–87.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J., & Reinoso, I. (2011). *Papas nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Centro Internacional de la Papa.
- n. a. (Enero de 2018). <https://www.portalfruticola.com>. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/01/26/manual-crear-cuaderno-campo/>
- Ramírez, M., Santamaria, C., Méndez, J., Ríos, J., Hernández, J., & Pedro, J. (2008). NSECTICIDAS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA

(*Bactericera cockerelli* B.y L.) (HOMOPTERA: TRIOZIDAE) EN EL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo*, 47 - 56.

Reinoso, I. (2013). *El cultivo de la papa y su participación en la economía ecuatoriana*. Quito: EESC, PNRT, Papa.

Rubio, C. (2013). Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México.

Rubio, O., Almeyda, I., Ireta, J., Sánchez, J., Fernández, R., Borbón, J., . . . Cadena, M. (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*, 201 - 211.

SENASICA. (2009). “Programa de trabajo de la campaña plagas cuarentenarias de la papa, tomate, jitomate y chile, a operar con recursos del componente de sanidad e inocuidad del programa de soporte 2009”. *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria*.

Toledo, M. (2016). <http://repiica.iica.int/>. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B4174e/B4174e.pdf>

Trumble, J. (2006). *The Tomato Psyllid: a new problem on Fresh Market Tomatoes in California and Baja Mexico*. University of California. Riverside. Department of Entomology. Obtenido de http://ucce.ucdavis.edu/counties/countyadmin/printedproppageshow.cfm?page_num=6056&progkey=1727.

15.- ANEXOS

Anexo 1: Aval de ingles



Anexo 2: Temperatura y humedad relativa del sitio de muestreo



Anexo 2: Preparación del terreno para la elaboración del proyecto de investigación**Anexo 3: Diseño del ensayo y siembra**

Anexo 4: Instalación de trampas horiver para la captura de adultos



Anexo 5; Monitoreo de huevos y ninfas de Bactericera y cambio de trampas amarillas





Anexo 6: Muestreo de oviposturas, ninfas y adultos de *Bactericera cckerelli*.



Anexo 7: Instalación de jaulas para la crianza de *Bactericera cockerelli*



