



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Cofre Casillas Luis Rolando

Tutor:

Jácome Mogro Emerson

LATACUNGA –ECUADOR

Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cofre Casillas Luis Rolando, con cédula de ciudadanía No. 050376282-5, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”, siendo el Ingeniero Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Luis Rolando Cofre Casillas

Estudiante

C.C. 050376282-5

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Docente Tutor

CC: 050197470-3

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 **COFRE CASILLAS LUIS ROLANDO**, identificado con cédula de ciudadanía **050376282-5** de estado civil Casado, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, El Doctor 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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: marzo de 2019 - agosto 2019

Finalización de la carrera: octubre 2022 – marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ingeniero Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Tema: “ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** 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, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** 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 **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** 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.
- e) 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 **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL 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 **LA CESIONARIA** 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 **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, 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 13 días del mes de febrero del 2023.

Luis Rolando Cofre Casillas

EL CEDENTE

Dr. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”, de Cofre Casillas Luis Rolando, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo 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, 13 de febrero del 2023

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

CC: 050197470-3

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, el postulante: Cofre Casillas Luis Rolando, con el título del Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE Candidatus Liberibacter solanacearum EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL Solanum betaceum EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”, 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, 13 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidente)

Ing. Jorge Troya Sarzosa, Ph.D.

CC: 050164556-8

Lector 2

Ing. Cristian Jiménez Jácome, Mg.

CC: 050194626-3

Lector 3

Ing. Karina Marín Quevedo, Mg.

CC: 050267293-4

AGRADECIMINETO

Agradecer a Dios que pude disfrutar de tan importante experiencia donde adquirí conocimientos profesionales tanto dentro como fuera del aula, gracias a cada docente que me transmitió sus conocimientos, a mi esposa, hijos y familiares, gracias a quienes aprendí a hacer las decisiones correctas, el camino no fue fácil, pero con el apoyo de todos completé este ensayo, que ayudará a resolver los problemas diarios de los agricultores en el futuro.

Luis Rolando Cofre Casillas

DEDICATORIA

Todo esfuerzo tiene su recompensa, por eso dedico esta investigación con todo mi amor a mi esposa Janeth, mi hijo Ronald, quienes son la base de mis proyectos en el presente y a futuro. A mis padres, y a mis hermanos, quienes me apoyaron moralmente todos los días con sus consejos y ejemplos a seguir, para terminar mis estudios. Espero su apoyo para seguir alcanzando nuevas metas en el futuro en el campo profesional.

Luis Rolando Cofre Casillas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022”.

AUTOR: Cofre Casillas Luis Rolando

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo: Analizar el comportamiento de punta morada causada por (*Candidatus Liberibacter solanacearum*), en el sector de Carrillo, parroquia Cusubamba que pertenece al Cantón Salcedo en la provincia de Cotopaxi con una altitud de 3.000 msnm, en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Las problemáticas que se viven hoy en día son de suma importancia para contra restar la enfermedad de la punta morada, que en la región sierra se evidencia en el año 2013 síntomas de la enfermedad de la PM. Con la finalidad de identificar los ecotipos resistentes a la enfermedad (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) que es transmitido por el vector psílidos (*Bactericida cockerelli*). Mediante análisis multivariado de componentes principales se identificó los ecotipo de resistencia y tolerancia a la enfermedad denominada punta morada, y los resultados obtenidos de la investigación proyectan ecotipos resistentes para la enfermedad de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en el sector que fueron: los descendientes de Belisario Quevedo sin afección, Belisario Quevedo, Supermaxi Granel y Nabuzo, que demostró los promedios más significativos de todos los ecotipos. Los ingredientes activos en específico: (acefato + imidacloprid), (ciromazina) (formetanato), (diflubenzuron + lambdacihalotrina), lograron a reducir y controlar la incidencia de huevos, ninfas, y adultos, mediante la curva de nivel extendida semanalmente que se pudo analizar mediante las tablas de Excel, y las aplicaciones constantes de cada 15 días con el método de rotación de ingredientes activos.

Palabras claves: Analizar, Análisis multivariado, Ingredientes activos, huevos, ninfas, adultos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: " ANALYSIS OF THREE CONTROL METHODS OF CANDIDATUS LIBERIBACTER SOLANACEARUM IN SIX ECOTYPES OF TREE TOMATO SOLANUM BETACEUM IN THE DEVELOPMENT STAGE, CUSUBAMBA – COTOPAXI 2022".

AUTHOR: Cofre Casillas Luis Rolando

ABSTRACT

The present research work's aim is to analyze the behavior of purple tip caused by (*Candidatus Liberibacter solanacearum*), in Carrillo neighborhood, Cusubamba parish, Salcedo Canton in Cotopaxi province with an altitude of 3,000 msnm, in the cultivation of tree tomato (*Solanum betaceum*). The present research work's importance is to reduce the purple tip disease, which in the Sierra region is evidenced in 2013 symptoms of PM disease. In order to identify disease-resistant ecotypes (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) that is transmitted by the psyllid vector (*cockerelli* bactericide). Multivariate analysis about the main components identified the ecotype of resistance and tolerance to the disease called purple tip, the results resistant ecotypes for *Candidatus Liberibacter solanacearum* disease in the sector that were: The descendants of Belisario Quevedo without affection, Belisario Quevedo, Supermaxi Bulk and Nabuzo, who showed the most significant averages of all ecotypes. The active ingredients in particular: (Imidacloprid), (cyromazine) (formetanate), (diflubenzuron lambdacihalothrin), managed to reduce and control the incidence of eggs, nymphs, and adults, through the weekly extended level curve that could be analyzed using Excel tables, and the constant applications of every 15 days with the active ingredient rotation method.

Keywords: Multivariate analysis, Active ingredients, eggs, nymphs, adults.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMINETO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. INFORMACIÓN BÁSICA	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. Antecedentes de la investigación.....	6
7.2. Ecotipo.....	6
7.3. Plaga	7
7.4. Patógeno.	7
7.5. Agente vector.....	7
7.6. Enfermedad.....	7

7.7. Fitoplasma.	7
7.8. Impacto Ambiental.	7
7.9. Tomate de árbol.	8
7.9.1. Descripción.	8
7.9.2. Raíz.	9
7.9.3. Tallo.	9
7.9.4. Hojas.	9
7.9.5. Inflorescencia.	10
7.9.6. Fruto.	10
7.10. Problemas fitosanitarios.	10
7.11. Plaguicidas.	10
7.12. Insecticida.	11
7.13. Funguicida.	11
7.14. Bactericida.	11
7.15. Resistencia a plaguicidas.	11
7.16. Fertilizante.	11
7.16.1. H 85.	11
7.16.2. Rootex.	12
7.16.3. Barrier.	12
7.16.4. Maxigrow.	12
7.16.5. Aminocel.	13
7.16.6. 15-15-15.	13
7.16.7. Nutriphos.	13
7.16.8. Fertigro.	13
7.17. Enfermedades en fase de desarrollo.	14
7.17.1. Lancha.	14
7.17.2. Tizón temprano.	14
7.17.3. Cenicilla.	14
7.17.4. Punta morada.	14
7.18. Control Químico de Enfermedades Fungicidas Sistémicos.	15
7.18.1. Top Gun.	15
7.18.2. Prometeo.	15
7.18.3. Fostyl.	15
7.18.4. Predostar.	16
7.18.5. Curalancha.	16

7.18.6. Botrilex Fungicida de contacto.....	17
7.19. Candidatus Liberibacter solanacearum.....	17
7.19.1. Taxonomía.....	18
7.19.2. Patogénesis.....	19
7.19.3. Síntomas.....	19
7.19.4. Control químico.....	19
7.19.5. Agry Gent.....	19
7.20. Plaga de importancia económica del Tomate de árbol.....	20
7.20.1. Bactericera cockerelli.....	20
7.20.2. Descripción morfológica.....	20
7.20.3. Taxonomía.....	21
7.20.4. Ciclo biológico.....	21
7.21. Control Químico. (Plaguicidas utilizados en el control del agente vector).....	25
7.21.1. Invicto.....	25
7.21.2. Kraken.....	25
7.21.3. Abreo.....	26
7.21.4. Traffic.....	26
7.21.5. Transform.....	26
7.21.6. Poder.....	27
7.21.7. Radiant.....	27
7.21.8. Buffago.....	28
7.21.9. Dicarzol.....	28
7.21.10. Metralla.....	28
7.22. Monitoreo.....	29
7.23. Regulador de PH de agua.....	29
7.23.1. Buffex.....	29
7.24. Coadyuvante, Adherente y Dispersante.....	29
7.24.1. Arpón.....	29
7.25. Trampas.....	30
7.25.1. Adhesivo Biotac.....	30
7.26. Análisis Multivariado.....	31
7.26.1. Componentes principales.....	31
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	31
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31

9.1. Modalidad de investigación.....	31
9.1.1. Tipo de investigación.	32
9.1.2. Materiales y herramientas para el ensayo.....	32
9.1.3. Manejo específico del experimento.....	32
9.1.4. Descripción del ensayo.....	34
9.1.5. Esquema del cultivo.	35
9.1.6. Fase de laboratorio.....	35
9.1.7. Interpretación estadística.	37
9.1.8. Parámetros de monitoreo.....	38
9.1.9. Codificación de variables.	39
9.1.10. Componentes principales.....	39
9.2. Metodología descriptiva	40
9.2.1. Método preventivo.....	40
9.2.2. Ecotipo resistente.....	40
9.2.3. Población mínima del agente vector.....	40
9.2.4. Trampas.	40
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
10.1. Resultados de laboratorio muestras de semilla.....	41
10.2. Resultados de laboratorio de muestras (plantas), tomadas en vivero de los métodos:	42
10.3. Resultados de laboratorio con muestras (hojas y brotes), tomadas a los 8 días de trasplante:	43
10.4. Resultados de laboratorio de muestras (brotes), tomadas a los 56 días de trasplante del método:	44
10.5. Correlación de componentes principales.....	45
10.6. Identificación del ecotipo resistente con sus diferentes variables.....	46
10.7. Monitoreo del insecto vector (<i>Bactericera cockerelli</i>).	48
10.8. Plaguicidas utilizadas para el control del insecto vector (<i>Bactericera cockerelli</i>).	51
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	52
11.1. Técnicos.....	52
11.2. Ambientales	52
11.3. Sociales.....	52
11.4. Económicos	52
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
12.1. Conclusiones:	52
12.2. Recomendación:	53

13. BIBLIOGRAFIA	54
14. ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	5
Tabla 2. Taxonomía de <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	18
Tabla 3. Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i>	21
Tabla 4. Materiales y herramientas.....	32
Tabla 5. Ensayo desarrollado.....	34
Tabla 6. Esquema del Ensayo	35
Tabla 7. Identificación de tratamiento	37
Tabla 8. Codificación de variables.	39
Tabla 9. Resultados (Muestras de semilla).	41
Tabla 10. Resultados de laboratorio de plántulas en almacigo.....	42
Tabla 11. Resultados de hojas y brotes.....	43
Tabla 12. Resultados de brotes en campo.....	44
Tabla 13. Tabla de promedio por variables de desarrollo, lugar y producto aplicado.	46
Tabla 14. Plaguicidas utilizadas para el control y los ingredientes activos.....	51
Tabla 15. Componentes principales.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Planta de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	9
Gráfico 2. Candidatus <i>Liberibacter solanacearum</i> , localizado en <i>Bactericera cockerelli</i>	18
Gráfico 3. Síntomas de Candidatus <i>Liberibacter solanacearum</i> en campo.	19
Gráfico 4. Insecto adulto macho y hembra en su estadio final.	21
Gráfico 5. Primer estadio.	22
Gráfico 6. Primera etapa ninfal.	22
Gráfico 7. Segunda etapa ninfal.	23
Gráfico 8. Tercera etapa ninfal.	23
Gráfico 9. Cuarta etapa ninfal.	24
Gráfico 10. Quinta etapa ninfal.	24
Gráfico 11. Estadio final.	25
Gráfico 12. Trampas para control de <i>Bactericera cockerelli</i>	30
Gráfico 13. Ubicación del ensayo.	33
Gráfico 14. Correlación de variables (Software Infostat).	45
Gráfico 15. Desarrollo promedio del cultivo detallado con su variable (Altura).	46
Gráfico 16. Desarrollo promedio del cultivo detallado con la variable (Diámetro).	47
Gráfico 17. Desarrollo promedio del cultivo detallado con su variable (Numero de hojas). ..	47
Gráfico 18. Desarrollo promedio del cultivo detallado con su variable (Ancho de hojas).	48
Gráfico 19. Monitoreo semanal de huevos (primer estadio).	48
Gráfico 20. Monitoreo semanal de ninfas.	49
Gráfico 21. Monitoreo semanal de adultos.	50

1. INFORMACIÓN BÁSICA

Título del Proyecto:

“ANÁLISIS DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN SEIS ECOTIPOS DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum* EN ETAPA DE DESARROLLO, CUSUBAMBA - COTOPAXI 2022”.

Fecha de inicio: 8 de Julio 2021

Fecha de finalización: 3 de junio 2022

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia de Cusubamba, Sector Carrillo.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agronómica.

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto:

Cofre Casillas Luis Rolando

Tutor: Ing. Jácome Emerson C.C.: 050197470-3

Lector 1: Ing. Ph.D. Jorge Troya Sarzosa C.C.: 050164556-8

Lector 2: Ing. Mg. Jiménez Cristian C.C.: 050194626-3

Lector 3: Ing. Mg. Karina Marín C.C.: 050267293-4

Coordinador del Proyecto:

Nombre: Luis Rolando Cofre Casillas C.C.: 050376282-5

Teléfonos: 0999890294

Correo electrónico: luis.cofre2825@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura Silvicultura y Pesca - producción agropecuaria.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Línea de vinculación de la carrera:

Gestión de Recursos Naturales, Biodiversidad, Biotecnología y Genética, para el Desarrollo Humano.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El daño causado por *Candidatus Liberibacter solanacearum* a las solanáceas es de carácter económico; En el Ecuador, la sierra se ve afectada por esta enfermedad, que provoca pérdidas de rendimiento productivo en las familias solanáceas, en este proyecto que es en específico, el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), El psílidos en el cultivo de tomate (*Bactericida cockerelli*) es un problema evidente en el desarrollo del cultivo; por lo tanto, el objetivo de este proyecto de investigación fue analizar el comportamiento de la enfermedad punta morada causada por (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la localidad de Cusubamba. utilizando insecticidas rotacionales para identificar ecotipos de tomate de árbol resistentes a enfermedades con el menor número huevos, ninfas, y adultos (psílidos).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Directos. Entre ellos se encuentran la carrera agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, las empresas involucradas, que en conjunto logran el manejo óptimo del cultivo para reducir las altas pérdidas económicas que ocasiona esta plaga.

Indirectos. Este grupo incluye agricultores de diferentes sectores del Ecuador, productores de tomate de árbol, quienes se vieron en la necesidad de utilizar pesticidas para evitar la pérdida total de la cosecha.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La enfermedad conocida como punta morada de la papa (PMP), causada por fitoplasmas (*Candidatus Liberibacter Solanacearum*), es de importancia mundial ya que afecta cultivos en América, Europa, Asia y Australia, los síntomas de la PMP se observaron en México desde 1948 y en los últimos 10 años se ha visto un incremento acelerado de la enfermedad, especialmente en la región centro del país (Almeida, 2008).

El psílido de la papa, es considerado una plaga muy importante en cultivos

solanáceas en países donde está presente. Como plaga extrae la sabia del floema

causando amarillamientos y muerte de la planta, pero aún más perjudicial es su capacidad de transmitir un patógeno (Cuesta R. , 2019).

El Ecuador contiene 500 variedades nativas de papa (*Solanum tuberosum*), así como tomate de árbol (*Solanum betaceum*), entre otros cultivos que forman parte de los Andes, donde se reportó la primera aparición (en Sudamérica) del psílido del tomate y de la papa con base a especímenes recolectados, por otra parte, *Candidatus Liberibacter* no podría ser identificado aún en el país, debido a la estimación de posibles áreas o escenarios de introducción del agente vector de punta morada en Ecuador (Castillo, 2019).

En la región sierra, en el año 2013 se evidencian síntomas de la enfermedad dispersada en los cultivos, luego de dos años la incidencia de punta morada fue superior al 80% en la variedad Super Chola de papa provocando pérdidas mayores al 50% en el cultivo (Almeida, 2008).

5. OBJETIVOS

5.1. General

Identificar y analizar el comportamiento de la enfermedad punta morada causada por (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la localidad de Cusubamba.

5.2. Específicos

Reconocer el ecotipo que presenta mayor resistencia a la enfermedad ocasionada por *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

Sostener una población mínima del agente vector portador de *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
1. Reconocer el ecotipo que presenta mayor resistencia a la enfermedad ocasionada por <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> .	Toma de datos mensuales (altura, diámetro de tallo, número y ancho de hoja) de todas las plantas que conforman el ensayo.	Análisis multivariado.	Tablas de Excel y InfoStat. Registro fotográfico.
2. Sostener una población mínima del agente vector portador de <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> .	Monitoreo semanal de cuatro plantas por cada tratamiento. Aplicaciones de las plaguicidas para el control del vector. Colocación de trampas. Eliminación de plantas arvenses que sirven como hospederas de la plaga.	Población de insectos vectores (adultos, ninfas, huevos).	Curva de nivel extendida semanalmente.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes de la investigación

La investigación citada, permitió un análisis total del comportamiento de la punta morada.

Quinaluiza y Jácome (2022), tuvieron como objetivo estudiar el comportamiento de la enfermedad punta morada causada por (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), con el propósito de detectar el mejor método preventivo, considerando resultados PCR adquiridos desde un laboratorio de biología molecular, consecutivamente fue identificado el ecotipo capaz de presentar resistencia y tolerancia a la enfermedad denominada permanente del tomate, a través de un análisis multivariado de componentes principales y conglomerados, en el que se evidencio una mínima población del agente vector *Bactericera cockerelli*, conseguido de un monitoreo semanal, que influyo en la rotación de ingredientes activos, generando un impacto ambiental calificado a través de la Matriz de Leopold. Se obtuvieron resultados PCR negativos en los tres métodos de control implementados con sulfato de gentamicina y clorhidrato de oxitetraciclina desde vivero y en campo (C), solamente en campo (B1) y testigo (B0), en los que fueron tres ecotipos procedentes de Belisario Quevedo sin afección, Granel y Nabuzo los que resistieron a la enfermedad en el sector , llegando a controlar en la etapa de desarrollo al vector con diferentes moléculas como: imidacloprid, asoxystrobina, tridemorph, abamectina, piridaben, formetanato, fipronil, profenofos y thiamethoxan, ocasionando un impacto ambiental desfavorable durante esta etapa en el Tomate de árbol. Con la finalidad de reducir el efecto perjudicial del patógeno vascular se deben implementar los ecotipos tolerantes detectados en la investigación, que incluyan una ubicación aleatoria de trampas adherentes para crear mayor control sobre el agente vector previniendo la transmisión de *Candidatus Liberibacter solanacearum* al cultivo (Quinaluiza & Jácome, 2022).

7.2. Ecotipo.

Es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, a un ambiente particular o a un ecosistema definido, con límites de tolerancia particulares, a los factores ambientales locales (Morales, 1987).

7.3. Plaga

Denominación que se asigna a un ser vivo como bacterias, hongos o nematodo que provoca daños considerables, desde tiempos remotos es una palabra que se la ha relacionado con los insectos; además, para que sea considerado plaga debe perjudicar a uno o varios cultivos incluyendo animales a tal nivel de reducir el rendimiento esperado en una cosecha, por lo que es considerada de importancia económica (Ortiz & Germán , 2012).

7.4. Patógeno.

Un patógeno es cualquier agente biológico que vive fuera en otro objeto biológico y daña su anatomía y tiene un defecto o enfermedad visible, el agente del huésped, el patógeno se llama huésped, el huésped o el huéspedero porque acepta y contiene el patógeno en su cuerpo (Rodríguez A. G., 2020).

7.5. Agente vector.

En biología, se considera un vector a todo aquel insecto, animal o persona que transporta un agente infeccioso y que lo puede transmitir a través, por ejemplo, de una picadura. Existen muchas enfermedades infecciosas transmitidas por vectores como, por ejemplo, moscas que depositan enterobacterias de las heces en los alimentos, picaduras de mosquitos, pulgas (Arango & Martínez, 2011).

7.6. Enfermedad.

Imperceptibles a simple vista, microorganismos como bacterias, hongos o virus atacan cualquier parte de la planta con diversos síntomas, afectando su desarrollo y en muchos casos reduciendo la producción (Laurell, 1982).

7.7. Fitoplasma.

Los fitoplasmas son patógenos de plantas, generalmente habitan el floema y son transmitidos de planta a planta por insectos que se alimentan de floema. Los fitoplasmas, llamados formalmente organismos parecidos a micoplasmas, están asociados con enfermedades en varios cientos de especies de plantas (Gutiérrez & Almaraz, 2008).

7.8. Impacto Ambiental.

Menciona que los efectos ambientales son producidos por varias acciones humanas que van en contra del ambiente tomando en cuenta varios aspectos, que pueden ser favorables o desfavorables

enlazados a algún componente de este, produciendo alteraciones en el sistema ecológico teniendo en cuenta que este término no es solamente negativo ya que el ecosistema puede tener respuestas positivas y negativas (Gómez & Gómez, 2013).

7.9. Tomate de árbol.

7.9.1. Descripción.

Esta planta frutal es semi perenne, este cultivo comienza con la producción a partir del primer año después de su trasplante extendiéndose hasta dos años; la producción es favorable de acuerdo a la altitud, adecuándose fácilmente al sector andino de Ecuador con altitudes entre 1000 a 3000 msnm. En el Ecuador son cerca de 5000 ha de superficie cultivada, encontrándose en el valle interandino; en 8 provincias como son: (Carchi, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja) en las cuales se ha obtenido un rendimiento que va entre 60 a 80 toneladas ha anuales; en humedad relativa alta esta planta frutal es vulnerable a enfermedades y heladas, en la zona andina es cultivado bajo una pluviometría de 600 y 1000 mm año; la altitud para *Solanum betaceum* va desde 2000 a 2800 msnm, en zonas tropicales se desarrolla de forma óptima, además es adaptable a todo tipo de suelo y su avance en cuanto a sus etapas fenológicas es óptimo en suelos francos o arenosos que cuenten con materia orgánica sin exceso y en pH desde 5 a 8,5; el cultivo al encontrarse en suelos con humedad relativa alta, puede adquirir un amarillamiento en toda la planta y llegar a la muerte radicular *por anaerobiosis*, un conjunto de microorganismos que no necesitan de O₂ en su metabolismo. Planta frutal es semi perenne, este cultivo comienza con la producción a partir del primer año después de su trasplante extendiéndose hasta dos años; la producción es favorable de acuerdo a la altitud, adecuándose fácilmente al sector andino de Ecuador con altitudes entre 1000 a 3000 msnm. En el Ecuador son cerca de 5000 ha de superficie cultivada, encontrándose en el valle interandino; en 8 provincias como son: (Carchi, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja) en las cuales se ha obtenido un rendimiento que va entre 60 a 80 toneladas ha anuales; en humedad relativa alta esta planta frutal es vulnerable a enfermedades y heladas, en la zona andina es cultivado bajo una pluviometría de 600 y 1000 mm año; la altitud para *Solanum betaceum* va desde 2000 a 2800 msnm, en zonas tropicales se desarrolla de forma óptima, además es adaptable a todo tipo de suelo y su avance en cuanto a sus etapas fenológicas es óptimo en suelos francos o arenosos que cuenten con materia orgánica sin exceso y en pH desde 5 a 8,5; el cultivo al encontrarse en suelos con humedad relativa alta, puede

adquirir un amarillamiento en toda la planta y llegar a la muerte radicular por *anaerobiosis*, un conjunto de microorganismos que no necesitan de O₂ en su metabolismo (Feicán & Alvarado, 2016).



Gráfico 1. Planta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)
Fuente: (Feicán & Alvarado, 2016)

Morfología.

7.9.2. Raíz.

Esta tiene la capacidad de llegar a profundidades de hasta un metro, presentando leves modificaciones en función a la textura del suelo que va entre franco arenoso y franco arcilloso, este sistema también dependerá del tipo de riego, aplicación de fertilizantes y abonos sin dejar de lado que las concentraciones de raíz se conservaran (Meza & Manzano, 2007).

7.9.3. Tallo.

Este tallo tiene forma cilíndrica y su longitud puede llegar a medir desde 2,5 a 3 metros, también sus ramificaciones se forman de tres ramas a una altura de 1 a 1,5 metros según el genotipo cultivado y el ambiente; las plantas solamente alcanzan 2 metros de altura cuando estas han sido injertadas, el tallo puede ser verde oscuro o pálido contiene lenticelas y pubescencias juveniles, al inicio es suculento o fibroso para después convertirse en semileñoso de acuerdo a las ramificaciones (Meza & Manzano, 2007).

7.9.4. Hojas.

En las plantas iniciales se encuentra hojas en su tallo principal denominadas cordiformes de 30 a 40 cm de longitud, las hojas de las ramificaciones secundarias miden 20 cm y su ápice es levemente curvado. En las variedades “anaranjado puntón” “anaranjado redondo” y “anaranjado gigante”, las hojas son de coloración verde oscuro a diferencia de la variedad “mora gigante” en las cuales sus

hojas son verde claro; en la parte apical, las hojas suelen ser moradas o púrpuras y es una forma de identificar el desarrollo apical (Meza & Manzano, 2007).

7.9.5. Inflorescencia.

Tienen una forma tipo racimo que inician en las axilas de las hojas o también sobre ellas que pueden llegar a tener 40 flores; las cuales son pediculadas, de coloración rosada, el modo de polinización mayormente es autógena, aunque tiene polinización alógama cuando las flores están abiertas (Villares & Sánchez, 2018).

7.9.6. Fruto.

El fruto se encuentra sujeto por un pedúnculo, que es de forma ovalada, en Ecuador el fruto ha adquirido una forma ovoide, esférica, piriforme y trompiforme, además puede depender de la apariencia apical, puesto que puede tener la parte inferior un aspecto puntón o redondo. Entre ecotipos el color verde es común cuando está inmaduro, morado como indicador de que el fruto está cerca de madurar para su consumo, tornándose de amarillo a anaranjado y luego rojo o rojo púrpura; el fruto posee una pulpa anaranjada clara y su sabor es agrídulce. Se trata de un fruto no climatérico, es decir, no evidencia modificaciones en la tasa de respiración e incidencia de etileno mientras sucede la etapa de madurez, razón por la que este fruto, se debe cosechar cerca a la madurez para consumo, obteniendo adecuadas condiciones organolépticas (Villares & Sánchez, 2018).

7.10. Problemas fitosanitarios.

Estos problemas son causados por varios agentes que pueden ser plagas o enfermedades los mismos que se dispersan provocando daños en los cultivos, que surgen por varias actividades comerciales agrícolas (Muñoz & Gutiérrez, 2017).

7.11. Plaguicidas.

Plaguicidas se define como "compuesto químico, orgánico o inorgánico, o sustancia natural que se utilice para combatir malezas o enfermedades o plagas potencialmente capaces de causar perjuicios en organismos y objetos, estos se pueden clasificar según el grado de toxicidad (Clasificación OMS) en sumamente peligroso (Ia), muy peligroso (Ib), moderadamente peligroso (II), poco peligroso (III) y productos que normalmente no ofrece peligro (IV) (Ramírez & Lacasaña, 2001).

7.12. Insecticida.

Las insecticidas son compuestos químicos utilizados para el control de insectos los mismos que pueden ser vectores de varias enfermedades, estos son aplicados con el propósito de reducir la población en cultivos afectados (Devine & Furlong, 2008).

7.13. Funguicida.

Es un producto químico utilizado para eliminar o evitar el desarrollo de los hongos, como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente (Rodríguez, 2009).

7.14. Bactericida.

Es una sustancia que tiene la capacidad de matar bacterias, microorganismos unicelulares u otros organismos. Los bactericidas pueden venir en forma de desinfectantes, antisépticos o antibióticos (Fontecha & Rodríguez, 2015).

7.15. Resistencia a plaguicidas.

Su descripción viene a ser una modificación que ha sido heredada dentro de un grupo vulnerable del grupo del agente vector, la cual surge por la ineficiencia del plaguicida en lo referente a su modo y mecanismo de acción.

Cuando la plaga recibe por primera vez los efectos del modo y mecanismo de acción de los productos químicos, se elevan sus probabilidades de mortalidad en las cuales los insectos con capacidad de soportar el control, estos generan grupos diferentes capaces de resistir a las aplicaciones químicas del mismo plaguicida, desarrollando resistencia (Rodríguez, 2009).

7.16. Fertilizante.**7.16.1. H 85.**

Contiene ácidos fúlvicos, húmicos y dispersantes, que estimulan el efecto de los fertilizantes inorgánicos en el cultivo, lo que aumenta la porosidad del suelo y mejora la capacidad de retención de agua; también facilita la asimilación edáfica del nitrógeno atmosférico para el proceso de nitrificación, donde la planta absorbe nitratos para su desarrollo; su tasa de consumo es de 5 gramos por litro para uso en fertilización (AGROZAR, 2018).

Formulación: (micro gránulo mojable).

Compatibilidad: No es compatible con productos a base de calcio.

7.16.2. Rootex.

Compuesto por nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), aminoácidos, fitohormonas y ácidos orgánicos que favorecen la formación y elongación de nuevas raíces con la intervención de fósforo y potasio, permitiendo una adaptación óptima en el campo después de trasplantar, creando su desarrollo vegetativo equilibrado en la etapa inicial, fortaleciendo la cosecha contra enfermedades nocivas, humedad o temperatura, que puedan impedir el desarrollo de la planta; Se debe usar rootex a razón de 5 gramos por litro en la fertilización. (AGROCORP, 2016).

Formulación: (polvo soluble).

Compatibilidad: con todos los productos químicos de uso agrícola.

7.16.3. Barrier.

Contiene calcio (Ca) y silicio (SiO₂), que fortalecen la pared celular al inducir quitinasas, creando plantas más resistentes a posibles dificultades durante su desarrollo y reduciendo el daño mecánico; su propagación es posible desde el inicio de la cosecha pulverizando o fertilizando con una dosis de 1,5-2,5 gramos por litro (AGROZAR, 2008).

Formulación: suspensión.

Compatibilidad: Compatible con fertilizantes y productos químicos, a diferencia de los que contienen fósforo.

7.16.4. Maxigrow.

Esto resulta de procesos de fermentación que favorecen el equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración, en la que la planta debe participar. Refuerza su metabolismo, aportando las moléculas que el cultivo necesita tras condiciones ambientales adversas; su uso es a una dosis de 1.25 mililitros por cada litro de agua, en todas las etapas del frutal para estimular (AGROZAR, 2006).

Formulación: Suspensión acuosa.

Compatibilidad: con nutrientes foliares.

7.16.5. Aminocel.

Es un grupo de aminoácidos que contiene hierro (Fe), nitrógeno (N), zinc (Zn), potasio (K), manganeso (Mn), fósforo (P), boro (B), magnesio (Mn) y molibdeno (Mo), micro y macronutrientes que ayudan a las plantas a producir proteínas y brindan ahorros de energía para que el cultivo resista condiciones potencialmente adversas; su aplicación debe hacerse a una dosis de 2,5 gramos por litro de agua, dividiéndola durante la primera temporada en que se desarrolla (COSMOCEL, 2018).

Formulación: polvo soluble

Compatibilidad: no se recomienda mezclar con productos que contengan azufre o cobre.

7.16.6. 15-15-15.

Su composición consiste en gránulos solubles administrados edáficamente a dosis de 300 kilogramos por hectárea, al inicio de la cosecha, colocándolo a un lado del tallo, borde de la planta, su pH varía entre 6 y 7.2; forma una difusión de nutrientes en el suelo para llegar al sistema radicular. Esto asegura una mejor absorción de nitrógeno y fósforo, mientras que el potasio permite el transporte de carbohidratos a las raíces (COSMOCEL, 2018).

7.16.7. Nutriphos.

Su fórmula es granular y debe usarse a la dosis de 5 gramos por litro de agua; contiene micro y macronutrientes complementados con ácidos a base de humus que mejoran la composición del suelo para brindar una fertilización que permite el crecimiento de las raíces y promueve la formación de cloroplastos en las plantas (COSMOCEL, 2018).

7.16.8. Fertigro.

Es un concentrado soluble constituido por nitrógeno, fósforo, carbonos de ácido fúlvico y ácido húmico, que aumenta la movilidad del fósforo en los horizontes superficiales del suelo; sus aplicaciones se pueden utilizar por remojo a razón de 5 mililitros por cada litro de agua. Su compatibilidad está limitada a productos que contengan magnesio, zinc, manganeso, hierro y cobre (SERFIAGRO, 2015).

7.17. Enfermedades en fase de desarrollo.

7.17.1. Lancha

Nombre científico: (*Phytophthora infestans*)

Es un hongo que se encuentra en lugares húmedos y constantemente durante las épocas de lluvia; Por lo general, entre 10 y 20 °C, los síntomas de esta enfermedad incluyen manchas acuosas oscuras en el tallo y manchas de color marrón a negro en las hojas. Las condiciones adversas y favorables para el cultivo son una temperatura entre 10 y 25 °C y una humedad relativa de 75° durante dos días; para frenar el efecto infeccioso se debe utilizar cimoxanil más mancozeb en dosis de 2,5 gramos por litro (Iza, 2011).

7.17.2. Tizón temprano.

Ataca el proceso fotosintético, cubriendo notablemente las hojas de tomate y llenándolas de una masa oscura, seguida de un halo concéntrico. un síntoma obvio de muerte regresiva temprana es un color negro notable en la superficie superior y la parte inferior de las hojas inferiores, que es una señal de que las hojas tienen tejidos dañados y se están separando del tallo; Los productos que contienen cymoxanil y mancozeb a 2,5 gramos por litro deben usarse para controlar la enfermedad, por ejemplo, para el control de embarcaciones (Veitía, 2018).

7.17.3. Cenicilla.

Enfermedad que reduce significativamente la parte de las hojas de la planta. El síntoma consiste en manchas oscuras rodeadas de un polvo blanco, lo que les permite extenderse inmediatamente por todo el cultivo. Además, durante los meses de la estación seca anual, el caudal es elevado, por lo que es necesario su control de forma preventiva o curativa, utilizando productos que contengan mancozeb (preventivo) en dosis de 2,5 gramos por litro; (asesino y sanador) dimetomotofia (1,25 ml/l), azoxistrobina (0,75 ml/l), cimoxanil (2,5 g/l) (Yáñez, Godoy, Gastélum, & Cervantes, 2012).

7.17.4. Punta morada.

Es una enfermedad que surge por acción interna de parte de Candidatus Liberibacter solanacearum; la cual genera bordes casi blanquecinos en los márgenes de las hojas cercanas al ápice y aparecen más yemas o brotes que desencadenan la aparición de un sin número de hojas pequeñas, alterando la apariencia habitual de la planta, puesto que, el crecimiento se detiene (Almeyda, Sánchez, & Justina, 2008).

7.18. Control Químico de Enfermedades Fungicidas Sistémicos

7.18.1. Top Gun.

Es asimilado por parte de la planta de manera radicular o foliar y presenta acción erradicante, curativa y protectante, bloquea el desarrollo micelial mediante sus ingredientes activos azoxystrobin más tridemorph, antiesporulantes que interrumpen la respiración de la mitocondria para inhabilitar la disminución de la isomerización; la dosis de aplicación es de 0,75 mililitros por litro, a través de una aplicación foliar (INTEROC, 2019).

Formulación: suspoemulsión (SE)

Categoría toxicológica: 2 – **amarillo**, moderadamente peligroso.

Compatibilidad: realizar pruebas previas con los plaguicidas a utilizar, puesto que, no es compatible con oxiclóruros, sulfatos ni productos a base de hidróxido de cobre.

7.18.2. Prometeo.

Antiesporulante inhibidor de la formación de esporangios y oosporas, asegura la ausencia de la distribución o dispersión de esporas como mecanismo de supervivencia del hongo, destruye el resultado sexual entre el anteridio y oogonio gracias a su ingrediente activo dimethomorph para impedir el desarrollo de la membrana celular del hongo, provocando su muerte. Prometeo debe aplicarse de manera foliar en toda la planta a una dosis de 1,25 mililitros por litro de agua (INTEROC, 2015).

Formulación: suspensión concentrada (SC).

Categoría toxicológica: 3 – **azul**, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: se puede utilizar con otros plaguicidas, excepto con productos de reacción alcalina.

7.18.3. Fostyl.

Potencia los mecanismos de defensa de la planta ante la propagación de esporas de hongos oomycetos como Phytophthora infestans que genera la enfermedad conocida como lancha, su ingrediente activo fostil aluminio permite un efecto curativo y protector, puesto que; al momento

de que el hongo trata de instaurarse en el cultivo, fostyl previene su desarrollo. Su aplicación debe ser por aspersión a una dosis de 2 gramos por litro (Edifarm, 2019).

Formulación: polvo mojable (WP)

Categoría toxicológica: 3– azul, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: no es compatible con abonos nitrogenados, ni con productos que contienen cobre.

7.18.4. Predostar.

Es de amplio espectro y curativo, la asimilación por parte de la planta puede ser de manera foliar o radicular para controlar oomycetos y además evitar resistencia por parte de enfermedades; está compuesto de dos ingredientes activos: metalaxyl que interrumpe la síntesis de ARN para bloquear la formación de esporas y a nivel micelial impide el crecimiento; propamocarb hydrochloride (HCl) que inhibe la creación de la membrana celular del hongo, interrumpiendo su desarrollo. Predostar debe rotarse con distintos fungicidas de diversos modos de acción para evitar la resistencia por parte del hongo, su aplicación debe ser a una dosis de 1,5 gramos por litro y distribuirlo uniformemente con equipos manuales (pulverizador) o a batería (INTEROC, 2015)

Formulación: polvo mojable (WP)

Categoría toxicológica: 4 – verde, no representa peligro.

Compatibilidad: no es compatible con fertilizantes de uso foliar, tiene compatibilidad con la mayoría de plaguicidas.

7.18.5. Curalancho.

Es un inhibidor de la formación de esporas por sus dos acciones de sus ingredientes activos: cymoxanil con acción curativa y protectante; mancozeb de acción protectante y de amplio espectro que bloquea las enzimas del hongo. La aplicación se realiza cubriendo el sitio afectado del cultivo a una dosis de 2,5 gramos por litro, con equipos manuales o a batería que garanticen el tratamiento de la enfermedad fúngica (INTEROC, 2007).

Formulación: polvo mojable

Categoría toxicológica: 3 – azul, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: Realizar pruebas previas para verificar la compatibilidad con otros productos.

7.18.6. Botrilex Fungicida de contacto.

Está compuesto de thiram y tetramethylthiuram que constituyen un efecto translaminar y protectante, los ingredientes activos impiden la generación de enzimas hidrolíticas que degradan a las hojas de la planta, evitando el proceso de infección por parte del hongo como acción preventiva y curativa dentro del tratamiento; botrilex debe ser aplicado a nivel foliar con una dosis de 1,25 mililitros por litro de agua, con la finalidad de cubrir el área infectada para bloquear el desarrollo micelia (INTEROC, 2005).

Formulación: suspensión concentrada (SC)

Categoría toxicológica: 3 – azul, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: No se debe mezclar con productos que contienen Amitraz, clorotalonil y triforina; se debe elaborar pruebas previas con los plaguicidas a utilizar.

7.19. Candidatus Liberibacter solanacearum.

Tiene forma de bacilo con unas dimensiones aproximadas de 2-3 micrómetros de largo y micrómetros por 0,2-0,3 micrómetros de ancho; es Gram - negativo infeccioso por el vector que ataca especies Solanáceas (Delgado, 2019).

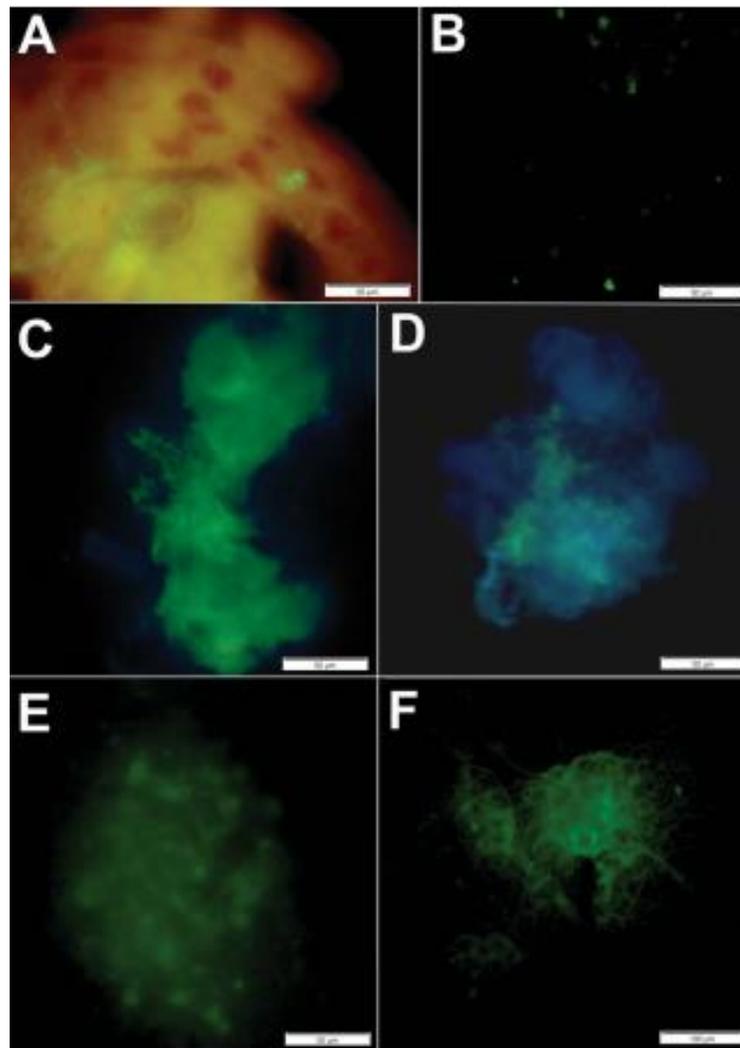


Gráfico 2. *Candidatus Liberibacter solanacearum*, localizado en *Bactericera cockerelli*.

Fuente: (Delgado, 2019).

Evidencia del patógeno dentro de su vector en el conducto alimentario (A); en la hemolinfa (B); en las glándulas salivales (C y D); en bacteriomas disecados (E y F), la fluorescencia verde representa la infección interna y las fluorescencias azul / amarilla indican los límites de los órganos.

7.19.1. Taxonomía.

Tabla 2. Taxonomía de *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

Nombre:	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>.
Homólogo:	<i>Candidatus Liberibacter psyllaourous</i> .
Posición taxonómica:	Proteobacteria, alphaproteobacteria, rhizobiales, rhizobiaceae, <i>Candidatus Liberibacter</i> .
Nombre común:	Zebra complex, zebra chip.

7.19.2. Patogénesis.

Es un suceso descrito a manera de hipótesis con base en estructuras localizadas en el conjunto del material genético (genoma) de *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Este patógeno vascular usa Adenosin Difosfato ADP y Adenosin Trifosfato ATP para adquirir potencia molecular del tomate de árbol (especie hospedera), puesto que, la bacteria por sí sola no cuenta con la capacidad de añadir un grupo fosfato a otra molécula para llevar azúcares al interior de la membrana desde el momento que el patógeno forma parte del floema, teniendo sustratos (fumarato, succinato, malato, oxaloacetato) que le permiten llevar a cabo la respiración durante su establecimiento en la planta para generar la enfermedad, debilitando su crecimiento y creando pérdida de nutrientes (Delgado, 2019).

7.19.3. Síntomas.

Existe una ralentización en el crecimiento vegetativo acompañado de hojas amarillas que conduce a una debilidad foliar por el blanquecino color de los bordes en la parte apical y contracción hacia el envés de las hojas superiores que finalmente conlleva a la planta a tener enanismo y hojas necróticas que le produce la muerte (Delgado, 2019).



Gráfico 3. Síntomas de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en campo.

7.19.4. Control químico.

El uso de productos químicos es necesario para combatir el vector y evitar la propagación de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Cuesta X. , 2018).

7.19.5. Agry Gent.

Su mecanismo de acción es sistémico y consta de dos antibióticos: sulfato de gentamicina y clorhidrato de -oxitetraciclina; combate las bacterias que causan podredumbre, pecas y marchitez. También es un polvo humectante (WP) que contiene sulfato de gentamicina (10%) y clorhidrato de oxitetraciclina (30%). Su mecanismo de acción es que penetra en la planta a través de la xilema acrópetamente (de abajo hacia arriba) hasta los lugares de desarrollo donde nacen las bacterias más

dañinas, se recomienda con fines preventivos y terapéuticos porque impide la reproducción de las bacterias. interrumpiendo los procesos metabólicos que sintetizan proteínas que completan las enzimas destructoras de células de las bacterias. plantas, la dosis recomendada es de 0,75 gramos por litro para combatir las bacterias (Spitko & Alvarado, 1998).

Formulación: polvo mojable / humectable (WP)

Categoría toxicológica: 4 – verde, no representa peligro.

Compatibilidad: No es compatible con productos de alta reacción de alcalinidad como caldo bordelés; por lo general es compatible con la mayoría de insecticidas y fungicidas.

7.20. Plaga de importancia económica del Tomate de árbol.

7.20.1. Bactericera cockerelli.

7.20.2. Descripción morfológica.

Los huevecillos tienen forma de huevo, con una membrana exterior brillante, unidos a las hojas por un hilo; El tamaño es de 0,4 mm de alto y 0,2 mm de ancho. Las medidas de largo y ancho de las ninfas se dan en milímetros (Jácome, 2022).

- 0,40 x 0,20: estadio ninfal I.
- 0,50 x 0,30: estadio ninfal II.
- 0,72 x 0,52: estadio ninfal III.
- 1,00 x 0,75: estadio ninfal IV.
- 1,53 x 1,03: último estadio ninfal V.

Los insectos adultos tienen un tamaño promedio de 1,58 mm de largo y 0,66 mm de ancho, de los cuales, las hembras ovipositan huevecillos aproximadamente transparentes que al pasar los días adquieren un color verde claro para llegar a ser anaranjados, previo a emerger. Cada ninfa tiene en su contorno, sectosetas truncadas, cuentan con rinarios (sensores) en sus antenas, poro anal y paquetes anales que se pueden visualizar desde el tercer estadio ninfal; la segmentación de cabeza, tórax y abdomen está estructurada en su totalidad en el último estadio de ninfa, en el que el insecto aún se encuentra de color verde. Las antenas están fragmentadas en una región basal corta gruesa y otra larga, en las que se hallan sencilias (sensores) formadas; cuando el adulto tiene su forma característica, emerge con una coloración verde amarillosa y no tiene aún el patrón de manchas

definido, sus alas son totalmente blancas y en el transcurso de 2 a 3 días el cuerpo del adulto comienza a tener el patrón de manchas junto a la transparencia de las alas (Jácome, 2022).

Las hembras tienen cinco segmentos a parte del segmento genital que cuenta con un ovipositor, a diferencia del macho que tiene seis segmentos más el segmento genital que este plegado (articulado hacia arriba) sobre la mitad del dorso abdominal. *B. cockerelli* cuenta con varios hospedantes solanáceas, entre ellos papa *Solanum tuberosum*, tomate *Solanum lycopersicum*, tomatillo o tomate de árbol *Solanum betaceum*, los cuales son vulnerables a la oviposición de las hembras del insecto para crear poblaciones; es importante tener en cuenta que su ciclo biológico no cambia en tomate y papa, pero el estado de ninfa se extiende en especies de plantas que no son solanáceas (Jácome, 2022).



Gráfico 4. Insecto adulto macho y hembra en su estadio final.

Fuente: (OIRSA, 2014).

7.20.3. Taxonomía.

B. cockerelli pertenecía al género *Trioza* y pasó a ser parte del género *Paratrioza*; pero finalmente fue situado en el género *Bactericera* en la familia *Triozidae*, por lo que el insecto es conocido comúnmente como psílido:

Tabla 3. Taxonomía de *Bactericera cockerelli*

Hemíptera	Triozidae
Orden	Hemíptera
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Triozidae
Género	<i>Bactericera</i>
Especie	<i>Cockerelli</i> (Sulc)
Nombre	<i>Bactericera cockerelli</i>

Fuente: (OIRSA, 2014)

7.20.4. Ciclo biológico.

El ciclo biológico consta del primer estadio (huevecillo), luego de emerger inician 5 estadios ninfales para llegar al estado final (adulto); todos sus estadios en este ciclo están cubiertos por

336 unidades calor a 7° C como temperatura umbral y la duración es aproximadamente de 15 a 30 días (OIRSA, 2014).

Estadio 1: Huevecillos.

Son anaranjados amarillosos y se adhieren en el envés de las hojas al ser opositados por separado generalmente en los bordes (Jácome, 2022).



Gráfico 5. Primer estadio.
Fuente: (Jácome, 2022)

Estadio 2: Ninfa.

Consta de cinco óvalos aplanados dorsal y ventralmente, en cada estadio los ojos son limitados y tienen sexilias (antenas) para el olfato, que se hacen más visibles a medida que avanza el estadio ninfal; en los bordes representan filamentos con cera (OIRSA, 2014).

Etapas ninfales. (OIRSA, 2014) detalla las siguientes etapas:

Primera.

La ninfa es de color anaranjada, tiene segmentos cortos en las antenas y se hacen delgadas hasta llegar a un segmento mínimo que cuenta con dos setas (sensores), los ojos anaranjados son vistosos a nivel dorsal y ventral, en el tórax están los paquetes de alas no muy evidentes, sus patas no son claramente vistas y el cuerpo todavía no está totalmente dividido.



Gráfico 6. Primera etapa ninfal.
Fuente: (Jácome, 2022).

Segunda.

Desde esta etapa la cabeza, tórax y abdomen se encuentran divididos; la cabeza cuenta con una tonalidad amarillenta, las antenas continúan con sus setas (sensores) y aumentan ligeramente de grosor en la base, tornándose delgadas hacia la parte superior; los ojos cuentan con un color anaranjado más atenuado que en la primera etapa, el tórax tiene un color verdoso amarillado en el que ya se evidencian los paquetes alares, las patas poseen poca segmentación; en el abdomen es posible ver dos espiráculos en cada uno de los cuatro segmentos iniciales.



Gráfico 7. Segunda etapa ninfal.

Fuente: (Jácome, 2022).

Tercera.

En esta etapa la cabeza es amarilla, sus antenas siguen teniendo sus setas o sensores, los ojos ya son de color rojo; el tórax es verde amarillento, los paquetes alares son visibles en el metatórax y mesotórax, la cabeza, el tórax y el abdomen ya se encuentran segmentados.



Gráfico 8. Tercera etapa ninfal.

Fuente: (Jácome, 2022).

Cuarta.

Es más clara la segmentación de la estructura ninfal, el tórax sigue siendo verde amarillento y las patas están segmentadas, en las que se puede notar en la parte terminal, los fragmentos tarsales y uñas; los paquetes alares ya están más formados, en los cuatro segmentos iniciales existen un par de espiráculos (ocho en total).



Gráfico 9. Cuarta etapa ninfal.
Fuente: (Jácome, 2022).

Quinta.

La cabeza, tórax y abdomen están segmentados, la cabeza y el abdomen son de color verde; el tórax tiene un tono de color más oscuro, las antenas se seccionan en dos, por una hendidura cerca de la mitad de la cabeza, la parte apical es filiforme y la basal gruesa, la ninfa tiene seis sensores (sencilias). Los ojos continúan rojizos, el tórax tiene tres pares de patas y los paquetes alares ya sobresalen de la estructura del cuerpo.



Gráfico 10. Quinta etapa ninfal.
Fuente: (Jácome, 2022).

Estadío final: Adulto.

Luego de su estadío ninfal, el insecto emerge y aún es de coloración verde con alas blancas, que luego se tornan transparentes y es inactivo, el cuerpo cambia de color ligeramente a café o negro a

los 7 o 10 días de emerger, sus antenas son filiformes, sus ojos cafés y una mancha de color café maca la división entre la cabeza y el tórax.



Gráfico 11. Estadío final.
Fuente: (Jácome, 2022).

7.21. Control Químico. (Plaguicidas utilizados en el control del agente vector)

7.21.1. Invicto.

Contiene un modo de acción sistémico y control directo que involucra acefato e imidacloprid; Principios activos que crean una alta potencia sistémica y penetran a través de las raíces y son saturados por parte de las hojas durante la aplicación foliar. Su mecanismo de acción es el siguiente: el acefato inhibe la actividad de la acetilcolinesterasa además de perturbar el sistema nervioso central provocando la muerte de un insecto, mientras que el imidacloprid inhibe la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, bloqueando las señales nerviosas y finalmente paralizando y matando al insecto. El producto debe ser utilizado en una dosis de 1,25 gramos por litro (INTEROC, 2015).

Ingredientes: Polvo Visible

Clase toxicológica: 2 - amarillo, moderadamente peligroso.

Compatibilidad: Se recomiendan pruebas preliminares, el producto no es compatible con oxidantes.

7.21.2. Kraken.

Es un insecticida sistémico y de contacto porque tiene dos principios activos: imidacloprid, que actúa sobre el sistema nervioso central del insecto al inhibir la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, provocando parálisis y muerte, mientras que la lambda-cialotrina impide la transferencia de iones y transmisión de impulsos en el sistema nervioso central; El producto se

puede aplicar con pulverizador manual, elevador o en obra o con tractor, a la dosis de 1 mililitro por litro (INTEROC, 2015).

Formulación: Polvo mojable

Categoría toxicológica: 1– azul, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: No es compatible con productos de alta alcalinidad; se debe realizar mezclas en mínimas cantidades para verificación con otros productos.

7.21.3. Abreo.

Constituye una acción sistémica y bidireccional por sus ingredientes activos spirotetramat que inhibe la capacidad de mudar del insecto, interrumpiendo su ciclo biológico y buprofezin que inhabilita la oviposición del adulto y la síntesis de quitina en ninfas, provocando su muerte; su aplicación puede ser de manera foliar y uniforme en cada planta a una dosificación de 0,6 gramos por Litro de agua (INTEROC, 2015)

7.21.4. Traffic.

Contiene un efecto regulador del desarrollo larval de dípteros y de larvas que hayan alcanzado una resistencia ante otros insecticidas; por medio de su ingrediente activo ciromazina, se genera una alteración en la hormona de crecimiento para impedir el siguiente estadio posterior a la larva. La aplicación correcta del producto debe ser utilizando pulverizador, manual o de batería con la finalidad de crear un cubrimiento uniforme en el sitio a remediar; considerando una dosis de 0,25 gramos por litro (INTEROC, 2015).

Formulación: Polvo mojable

Categoría toxicológica: 4 – verde, no representa peligro.

Compatibilidad: Es compatible con fungicidas e insecticidas en general.

7.21.5. Transform.

Es un movimiento translaminar que paraliza el sistema nervioso central del insecto e impide el trasvase de neuronas para provocar su muerte gracias al principio activo sulfoxaflor. A la hora de utilizarlo se debe considerar una dosis de 1 gramo por litro de agua con una jeringa que permita

administrar el producto en gotas muy pequeñas a presión reducida para no dañar la zona afectada (INTEROC, 2015).

Composición: Gránulos para untar.

Clase toxicológica: 4 - verde, no representa un peligro.

Compatibilidad: No compatible con productos alcalinos y se puede mezclar con fungicidas e insecticidas comunes.

7.21.6. Poder.

Contiene fipronil (de amplio espectro) su uso puede ser destinado para controlar insectos si es implementado en suelo o semilla; y thiamethoxam que actúa en las etapas de los insectos a controlar, excepto el estadio de huevo; éstos ingredientes activos crean un mecanismo de acción que impide el efecto neurotransmisor GABA (por parte de fipronil) y por parte de thiamethoxam que es un neonicotinoide que obstaculiza los receptores nicotínicos de la neurona post sináptica, la dosis de aplicación recomendada es de 1 mililitro por litro con la finalidad de conseguir una cobertura total en el área a aplicar (INTEROC, 2018).

Formulación: Suspensión concentrada.

Categoría toxicológica: 2 – amarillo, moderadamente peligroso.

Compatibilidad: Realizar pruebas a pequeña escala con otros productos para constatar si es compatible.

7.21.7. Radiant.

Procede de un proceso natural y actúa directamente sobre el sistema nervioso central del insecto a través del principio activo spinetoram. Su mecanismo de acción no permite las llamadas resistencias cruzadas cuando se utilizan otros insecticidas con diferentes modos de acción; La dosis de radiación es de 0,5 mililitros por litro, rociando suficiente agua para lograr una distribución uniforme sobre las hojas (INTEROC, 2018)

Composición: Suspensión concentrada.

Clase toxicológica: 3 - azul, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: Apto para todos los productos agrícolas.

7.21.8. Buffago.

Es un insecticida compuesto por dos principios activos: fipronil, que lo hace moderadamente sistémico para el control de insectos cuando se aplica al suelo o a las semillas; y profenofos, que tiene un efecto translaminar como principal efecto ingerido debido a la unión inmediata de profenofos al parénquima de la hoja. Tiene un mecanismo de acción que previene la acción mediada por GABA debido a la unión del fipronil al sitio interno del canal de cloruro, lo que resulta en una neurotransmisión descontrolada en el sistema nervioso central del insecto; la dosis recomendada es de 1,5 mililitros por litro y para asegurar un uso adecuado se debe lograr un mínimo de 35 efectos en plantas enfermas (INTEROC, 2018).

Ingredientes: Concentrado emulsionable.

Clase toxicológica: 2 - amarillo, medianamente peligroso.

Compatibilidad: Realice pruebas preliminares antes de mezclar, ya que es incompatible con ácidos y bases fuertes.

7.21.9. Dicarzol.

Bloquea el sistema nervioso central con su ingrediente activo, formiato, y actúa contra larvas y adultos provocando inestabilidad neuronal. Debe aplicarse foliarmente usando herramientas como aerosoles que permitan una cobertura uniforme. El producto debe prepararse con una dosis de 0,6 gramos por litro de agua (GUWAN, 2009).

Composición: Polvo soluble

Clase toxicológica: 2- amarillo, medianamente peligroso.

Compatibilidad: Realizar pruebas preliminares con productos miscibles; Es compatible con la mayoría de los pesticidas.

7.21.10. Metralla.

Tiene un contenido residual moderado y contiene dos principios activos: diflubenzur, que previene el final de la fase de ovocitos y al mismo tiempo interrumpe el proceso de muda al reducir la quitina, y lambda-cyhalothrin, que interrumpe la inhibición de la transmisión de impulsos al nivel, sistema

nervioso central adulto; los parches deben prepararse a una dosis de 0,75 gramos por litro y dispensarse utilizando pulverizadores portátiles (mochila) o a batería (INTEROC, 2018).

Composición: Polvo humectante.

Clase toxicológica: 3 - azul, ligeramente peligroso.

Compatibilidad: Probar antes de mezclar con otros productos, generalmente compatible con fungicidas e insecticidas excepto alcalinos.

7.22. Monitoreo

El monitoreo es la evaluación de algo que uno quiere estudiar para conocer cómo cambia a lo largo del tiempo o del espacio como consecuencia de factores conocidos. Monitoreamos constantemente (Valle & Rivera, 2008).

7.23. Regulador de PH de agua

7.23.1. Buffex.

Contiene ácidos orgánicos policarboxílicos y sales de dichos ácidos; que permiten esparcir los productos químicos que componen una mezcla determinada e impide una reacción adversa al momento de la integración de moléculas que pueden llegar a desactivarse ante un pH inadecuado, el cual se mide previamente con papel tornasol para determinar la dosis apropiada de Buffex (COSMOCEL, 2018).

Formulación: polvo soluble

Categoría toxicológica: 4 – verde, no representa peligro.

7.24. Coadyuvante, Adherente y Dispersante.

7.24.1. Arpón.

Es un humectante, dispersante e introductor (organosiliconado) que disminuye el fenómeno de tensión superficial causado por gotas pulverizadas; se trata de un concentrado soluble (SL) que contiene polyether polymethyl siloxano copolymer, el cual cuenta con un modo de acción surfactante (reductor de la dureza superficial de agua) que hace más deslizables y dispersables a las moléculas, además su mecanismo de acción consiste en emulsificar el agroquímico con el aire por medio de la decantación para posibilitar la mezcla de aire y repartición e impide el fenómeno

de coalescencia celular / molecular mientras se forma espuma en la mezcla, es decir, arpón procura que no existan agregados mayores. Este producto debe añadirse a mezclas de agroquímicos como insecticidas, acaricidas, fungicidas; es importante mezclar primero los productos y luego adicionar arpón a una dosis de 0,3 mililitros por litro de agua (INTEROC, 2018).

Formulación: Concentrado soluble

Categoría toxicológica: 4 – verde, no representa peligro.

Compatibilidad: El producto es compatible con agroquímicos comunes.

7.25. Trampas

Se trata de un dispositivo, artificio cuya finalidad es atrapar, detectar o incomodar a un intruso, Para su detección se utilizan trampas amarillas y verdes fosforescentes impregnadas con pegamento con el objetivo de capturar adultos, a su vez se realizan muestreos al follaje para detectar ninfas, las cuales se encuentran en las hojas inferiores del tomate de árbol (Bravo, 2020),

Las trampas amarillas también se utilizan para la estimación de los niveles poblacionales, es decir, para confirmar el momento de mayor captura (abundancia) y proceder con medidas de control químico (Bravo, 2020).

Las trampas se deben de colocar a una altura de 1.5 m desde el nivel del suelo, a una distancia entre sí de 25 a 50 metros (debido a que es el rango de vuelo del vector) y estar ubicadas en orientación hacia donde se encuentre la plantación infectada más cercana (Bravo, 2020).



Gráfico 12. Trampas para control de *Bactericera cockerelli*.

7.25.1. Adhesivo Biotac

Es un pegante para monitoreo y captura de insectos, contiene polibuteno; se lo utiliza en trampas que se colocan en cultivos de hortalizas u ornamentales, entre otros. Su acción prevalece entre 15 y 30 días reteniendo a los insectos en la superficie de la trampa, provocando su muerte inmediata

al estar inhabilitados para volar; tiene una composición muy pegajosa que resiste a temperaturas altas y a precipitaciones. Su aplicación debe ser utilizando una brocha la preparación, a una dosis de 1 litro de biotac por litro de gasolina y su categoría toxicológica es IV – de franja verde (EDIFARM, 2018).

7.26. Análisis Multivariado.

Es un método estadístico enfocado en investigar de forma simultánea dos o más variables que se miden en un agregado de objetos (individuos, entidades o sucesos); además su propósito es indagar al mismo tiempo datos que conllevan muchas variables que son medidas para cada objeto en estudio, obteniendo una mejor comprensión de fenómeno en análisis (Palacio & Crisci, 2022).

7.26.1. Componentes principales.

Conllevan la finalidad de disminuir la dimensión de los datos reunidos por un determinado tiempo, obteniendo un grupo menor de variables que contengan la mayor parte de la información de todo el conjunto principal de características medidas; se tornan necesarios cuando existen demasiadas variables (Gurrea, 2000).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Cuáles son los ingredientes activos para el control de *Bactericera Cockerelli*?

¿El insecto *Bactericera Cockerelli* que transmite la enfermedad de la punta morada puede ser controlada?

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Modalidad de investigación.

De campo.

El estudio se realizó en el sector Carrillo de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, donde se recolectó información: prevalencia (vigilancia) de *Bactericera cockerelli* en los ecotipos de tomate de árbol, crecimiento y desarrollo del cultivo.

Bibliografía documental.

Este proyecto de investigación contiene referencias académicas que complementan los resultados obtenidos durante el tiempo de ejecución en campo.

9.1.1. Tipo de investigación.

Descriptiva.

La investigación será de carácter descriptivo, puesto que, consistirá en identificar el ecotipo resistente a la enfermedad ocasionada por *C. Liberibacter solanacearum*.

Cuantitativa.

Mediante un análisis multivariado y de componentes principales en relación a parámetros medibles relacionados con incidencia del vector, crecimiento y desarrollo del cultivo.

9.1.2. Materiales y herramientas para el ensayo.

Tabla 4. Materiales y herramientas

Materiales	Herramientas	Software
Estacas. Cinta de 100 m. Libro de campo. Piola. Insumos. Guantes y mascarillas. Alcohol. Trampas. Adhesivo Biotac.	Cámara. Lente de 60 x / 1000 x. Estilete. Azadón. Pulverizador a batería. Balanza. Baldes. Tanque de 100 L. Laptop.	InfoStat. Word. Excel. Mendeley. Phothoshop.

9.1.3. Manejo específico del experimento.

Fase en campo:

Identificación del área de estudio.

Para la asignación del área de estudio se seleccionó una superficie de 672 m² ubicado en el sector Carrillo, parroquia Cusubamba que pertenece al Cantón Salcedo.

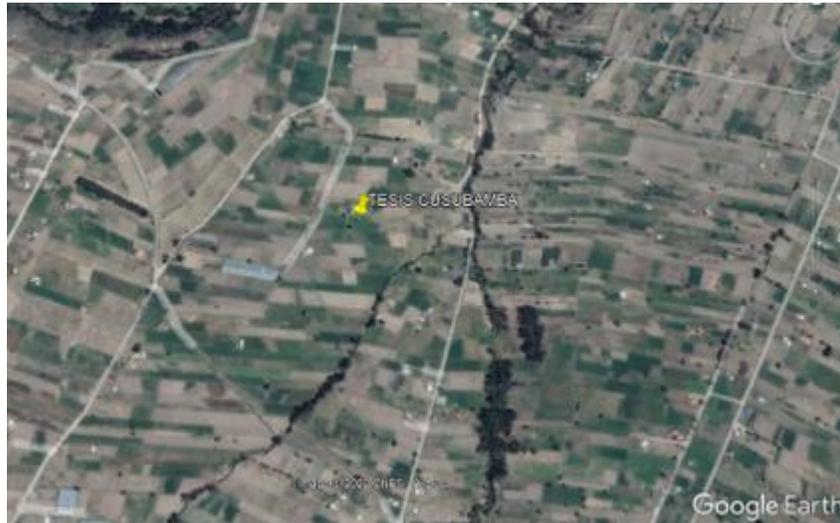


Gráfico 13. Ubicación del ensayo

Fuente: Google Earth

Trasplante.

Para trasplantar se realizó el trazado que consistió en cuadrar el sitio asignado, utilizando estacas y piola para elaborar los hoyos a una distancia entre plantas y entre hileras de 2 metros (Leskovar, 2001).

Monitoreo y recolección de datos.

(Parámetros y porcentaje de prendimiento)

Se realiza un conteo mensual de plantas existentes desde el primer mes; el monitoreo semanal durante el tiempo de investigación en el cultivo de tomate de árbol, considerando cuatro plantas por parcela, además, la altura, el diámetro de tallo, el ancho y número de hoja son parámetros que se miden mensualmente a los 60 días posteriores al trasplante hasta la finalización del tiempo de investigación.

Unidad Experimental.

Factores a evaluar.

Factor A: Método

Método 1 (C) Con Agrygent en vivero y en campo.

Método 2 (B1) Con Agrygent solo en campo.

Método 3 (B0) Sin Agrygent.

Factor B: Ecotipo	Localidad
Ecotipo 1	T1 Plantas afectadas. (Belisario Quevedo)
Ecotipo 2	T2 Plantas sin afección. (Belisario Quevedo)
Ecotipo 3	T3 Supermaxi Granel.
Ecotipo 4	T4 Supermaxi Atuntaqui.
Ecotipo 5	T5 La Providencia.
Ecotipo 6	T6 Nabuzo.

6 ecotipos en 3 métodos de control que equivalen a 18 tratamientos.

9.1.4. Descripción del ensayo.

Tabla 5. Ensayo desarrollado

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Superficie total	672 m ²
Número total de plantas (trasplante)	180
Número total de plantas (décimo primero recuento)	152
Distancia entre planta	2 m
Distancia entre hileras	2 m

Elaborado por: (Quinaluiza, 2022)

9.1.5. Esquema del cultivo.

Tabla 6. Esquema del Ensayo

MÉTODO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I (C)						

Botrilex, Buffago, Arpón, con Agrygent en vivero y en campo.

MÉTODO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
II (B1)						

Botrilex, Buffago, Arpón, con Agrygent solo en campo.

MÉTODO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
III (B0)						

Elaborado por: Quinaluiza 2022

Botrilex, Buffago, Arpón, sin Agrygent S/N

9.1.6. Fase de laboratorio.

(Quinaluiza & Jácome, 2022), nos refiere los pasos específicos en el campo y laboratorio.

Recopilación inicial de muestras en campo.

Toma de muestras (ramas y brotes) de la parte apical de las plantas en los métodos de control C y B1 a los 8 días del trasplante; y en el método B0 la toma de muestras (solo brotes) a los 56 días del trasplante.

Equipo de protección personal.

- Mascarilla (cubre bocas).
- Guantes de látex.

Materiales.

- Alcohol antiséptico.

- Etanol al 95% o 75%.
- Tijeras para podar estériles.
- Pinzas limpias.
- Tubos de 2 mL.
- Hipoclorito de sodio al 5%.
- Fundas plásticas herméticas para muestras.
- Cinta de embalaje.
- Gel conservador de muestras en cadena de frío a 4°C.
- Cajas térmicas de espuma.
- Marcadores indelebles.

Procedimiento de toma de muestra.

Consistió en una planificación del muestreo, mediante un esquema de campo (cultivo), lo cual se adaptó al patógeno que se analizó (*Candidatus Liberibacter solanacearum*).

Selección y toma de muestras para laboratorio de Biología Molecular.

Diagnóstico.

- Fue a través de la identificación de plantas que presentaron síntomas evidentes de la enfermedad provocada por el patógeno, extrayendo solamente las partes de las plantas con síntomas iniciales y medios que constituyeron las siguientes gestiones:
- Acondicionamiento del material requerido para la toma de muestras.
- Identificación de plantas con sintomatología típica de la enfermedad.

Desinfección previa y posterior al muestreo, de las herramientas (tijeras de podar, bisturí u otras), usando hipoclorito al 5% y alcohol al 75%; desecho de guantes que fueron desinfectados inicialmente y otros materiales que fueron descartables.

Preparación del lugar de muestras en el campo, considerando un muestreo estratégico.

- Depósito de cada muestra en una caja térmica (cooler) para conservar la cadena de frío entre 4°C y 8°C.
- Envío al laboratorio, colocando geles refrigerantes para mantener las muestras.

- Disposición adecuada de las muestras en la caja térmica, sin maltratarlas.

Ausencia de contaminación de muestras.

Pudieron surgir amplificaciones de falsos positivos a causa de sensibilidad que tienen las pruebas utilizadas en laboratorio, por lo que se llevó a cabo las siguientes acciones como precaución:

- Uso de guantes desechables (sin que se hayan utilizado antes)
- Cambio de guantes entre cada toma de muestras.
- Desinfección de las herramientas usadas en el muestreo.
- Manipulación de material plástico estéril y descartable.

Identificación de muestras.

Cada empaque (funda) estéril o limpio que contenía una muestra para ingresarla al laboratorio fue almacenado y reconocido.

Envío de muestras.

Las muestras fueron enviadas en el plazo más corto desde el día de toma, en cajas térmicas para evitar la ruptura de la cadena de frío.

Técnica y tipo de análisis.

La técnica utilizada es PCR – reacción en cadena de la polimerasa; para el tipo de análisis de *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

9.1.7. Interpretación estadística.

Para realizar la interpretación de resultados se aplicará un análisis multivariado y de componentes principales en consideración a los parámetros de medición.

Tabla 7. Identificación de tratamiento

MÉTODO	ECOTIPO	SIMBOLOGÍA	TRATAMIENTO
I (C)	T1	T1 C	1
	T2	T2 C	2
	T3	T3 C	3
	T4	T4 C	4
	T5	T5 C	5
	T6	T6 C	6

II (B1)	T1	T1 B1	7
	T2	T2 B1	8
	T3	T3 B1	9
	T4	T4 B1	10
	T5	T5 B1	11
	T6	T6 B1	12
III (B0)	T1	T1 B0	13
	T2	T2 B0	14
	T3	T3 B0	15
	T4	T4 B0	16
	T5	T5 B0	17
	T6	T6 B0	18

Elaborado por: (Quinaluiza, 2022).

9.1.8. Parámetros de monitoreo.

En la etapa de desarrollo del tomate de árbol *Solanum betaceum*, se realizaron monitoreos semanales de *Bactericera Cockerelli* desde los 8 días después de la siembra, cuando se recolectó la siguiente información:

Conteo de

- Huevos (H)
- Ninfas (N)
- Adultos (A)

Cantidad de Adultos.

- Hembras (H)
- Macho (M)

Se realizó la toma de datos mensuales desde los 30 días de trasplante acerca de:

- Altura de planta (A)
- Diámetro de tallo (D)
- Número de hoja (No_H)
- Ancho de hoja (ANCH)

9.1.9. Codificación de variables.

Tabla 8. Codificación de variables.

Mes Variable	AGO	SEP	OC T	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
ALTURA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
DIAMETRO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
Nº DE HOJA	NH1	NH2	NH3	NH4	NH5	NH6	NH7	NH8	NH9	NH10	NH11
ANCHO DE HOJA	ACH1	ACH2	ACH3	ACH4	ACH5	ACH6	ACH7	ACH8	ACH9	ACH10	ACH11
ESTADÍOS											
ADULTO	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.11
NINFA	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11
HUEVO	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11

9.1.10. Componentes principales.

Luego de ejecutar en InfoStat, los datos recopilados durante la investigación mediante el análisis multivariado y de componentes principales se obtuvo las siguientes variables de mayor proporción:

Altura promedio de enero. (A6)

Diámetro promedio de febrero. (D7)

Número de hoja de marzo. (NH8)

Ancho de hoja de agosto. (ACH1)

Monitoreo de huevos del mes de agosto. (H1)

Monitoreo de ninfas del mes de enero. (N6)

Monitoreo de adultos del mes de septiembre. (A_2)

Adultos

Hembras. (H)

Machos. (M)

9.2. Metodología descriptiva

9.2.1. Método preventivo.

Durante la etapa de desarrollo del tomate de árbol (*Solanum betaceum*), se llevó a cabo la adquisición de muestras a nivel superior de las plantas con sintomatología típica del patógeno; para enviarlas a un análisis mediante pruebas PCR que se denominan (reacción en cadena de la polimerasa), las cuales arrojan un rango de infección (positivo o negativo) que expresa en los métodos sobresalientes de control de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Quinaluiza, 2022).

9.2.2. Ecotipo resistente.

Se realizó la recopilación de datos mensuales de altura, diámetro de tallo, número y ancho de hoja en todas las plantas del ensayo, para evidenciar al o los ecotipos que fueron capaces de resistir a la enfermedad denominada punta morada que causa *Candidatus Liberibacter solanacearum*. (Quinaluiza, 2022).

9.2.3. Población mínima del agente vector.

Para obtener una estabilidad de población con mínimas cantidades en cada uno de los estadios de *Bactericera Cockerelli* (agente vector), se realizaron aplicaciones químicas quincenales y en algunos casos semanales, tomando en cuenta la rotación de plaguicidas para evitar que el adulto alcance a crear demasiados individuos mutados que ocasionan invasiones severas al cultivo.

9.2.4. Trampas.

En los sectores laterales se utilizaron trampas amarillas, con estas trampas bloqueamos el ingreso de insectos al cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) estas trampas amarillas fueron mantenidas cada mes con adhesivo no toxico Bio-tac.

***Candidatus Liberibacter solanacearum*.**

El control fue llevado a cabo el día del trasplante, aplicando en los métodos C y B1, y el método B0 no contó con el control en campo, ya que es el método testigo.

Bactericera cockerelli.

La rotación química se realizó 8 días después del trasplante, dependiendo del seguimiento, se aplicó cada 7 días (método incremental) y cada 15 días (método estándar) utilizando un rociador eléctrico a batería para lograr uniformidad de control en todas las partes de la planta hasta el día 322.

Enfermedades durante la etapa de desarrollo.

Para el control de la enfermedad se utilizaron fungicidas sistémicos y de contacto (preventivos), teniendo en cuenta los síntomas de las plantas.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Resultados de laboratorio muestras de semilla.

Tabla 9. Resultados (Muestras de semilla).

ECOTIPO	CÓDIGO DE MUESTRA DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	MÉTODO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS
1	BM-21-0761	COT-1621-6211-121827-1	Semillas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
2	BM-21-0762	COT-1621-6211-121827-2	Semillas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
3	BM-21-0763	COT-1621-6211-121827-3	Semillas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
4	BM-21-0764	COT-1621-6211-121827-4	Semillas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
5	BM-21-0765	COT-1621-6211-121827-5	Semillas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
6	BM-21-0766	COT-1621-6211-121827-6	Semillas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO

Fuente: Laboratorio de biología molecular Agrocalidad.

En la tabla 9 se observan resultados adquiridos de las muestras de semilla de los seis ecotipos en estudio, en los cuales se puede evidenciar que en el primer ecotipo de codificación BM-21-0761 proveniente de (Belisario Quevedo-plantas afectadas) se encuentra con resultados positivos para *Candidatus Liberibacter Solanacearum*, a partir del ecotipo numero dos los resultados PCR obtenidos de una laboratorio de Biología molecular, se muestra semillas con resultados negativos lo cual indica que se obtuvo cinco ecotipos libres de la bacteria (Quinaluiza, 2022).

10.2. Resultados de laboratorio de muestras (plantas), tomadas en vivero de los métodos:

C (con sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina); y

B (sin sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina).

Tabla 10. Resultados de laboratorio de plántulas en almacigo.

MÉTODO	CÓDIGO DE MUESTRA DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	MÉTODO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS
B	BM-21-0749	COT-1621-6177-795082-1	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0750	COT-1621-6177-795082-2	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0751	COT-1621-6177-795082-3	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0752	COT-1621-6177-795082-4	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0753	COT-1621-6177-795082-5	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0754	COT-1621-6177-795082-6	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
C	BM-21-0755	COT-1621-6177-795082-7	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0756	COT-1621-6177-795082-8	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	POSITIVO
	BM-21-0757	COT-1621-6177-795082-9	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-0758	COT-1621-6177-795082-10	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-0759	COT-1621-6177-795082-11	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-0760	COT-1621-6177-795082-12	Planta	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO

Fuente: Laboratorio de biología molecular Agrocalidad.

Se observa en la tabla número 10 que el método B arroja resultados positivos en todos los ecotipos donde se realizó el análisis PCR (Reacción en cadena de polimerasa) para *Candidatus Liberibacter solanacearum*, muestras que fueron recolectadas en vivero, mientras que en el método C se obtuvo resultados positivos en los ecotipos con código de muestra de laboratorio BM-21-0755 y BM-21-

0756 donde se utilizó (sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina), obteniendo cuatro ecotipos negativos para ser enviados y trasplantados en campo (Quinaluiza, 2022).

10.3. Resultados de laboratorio con muestras (hojas y brotes), tomadas a los 8 días de trasplante:

C (con sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina desde vivero y en campo) y

B1 (con sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina solo en campo).

Tabla 11. Resultados de hojas y brotes.

MÉTODO	CÓDIGO DE MUESTRA DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	MÉTODO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS
C	BM-21-1196	COT-1626-4547-757679-9	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1197	COT-1626-4547-757679-10	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1198	COT-1626-4547-757679-11	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1199	COT-1626-4547-757679-12	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1200	COT-1626-4547-757679-1	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1201	COT-1626-4547-757679-2	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
B1	BM-21-1202	COT-1626-4547-757679-3	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1203	COT-1626-4547-757679-4	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1204	COT-1626-4547-757679-5	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1205	COT-1626-4547-757679-6	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1206	COT-1626-4547-757679-7	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1207	COT-1626-4547-757679-8	Ramas brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO

Fuente: Laboratorio de biología molecular Agrocalidad.

Los resultados arrojados en la tabla 11 son de muestras adquiridas de (hojas y brotes), en campo a los 8 días del trasplante, mediante un informe de laboratorio PCR (reacción en cadena de la polimerasa); indicando que el método B1 al igual que el método C, con el uso del protocolo de trabajo contra *Candidatus Liberibacter solanacearum* y *Bactericera Cockerelli*, a los ecotipos pertenecientes a estos métodos se encuentran libres del Fitoplasma (Quinaluiza, 2022).

10.4. Resultados de laboratorio de muestras (brotes), tomadas a los 56 días de trasplante del método:

B0 (sin sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina).

Tabla 12. Resultados de brotes en campo.

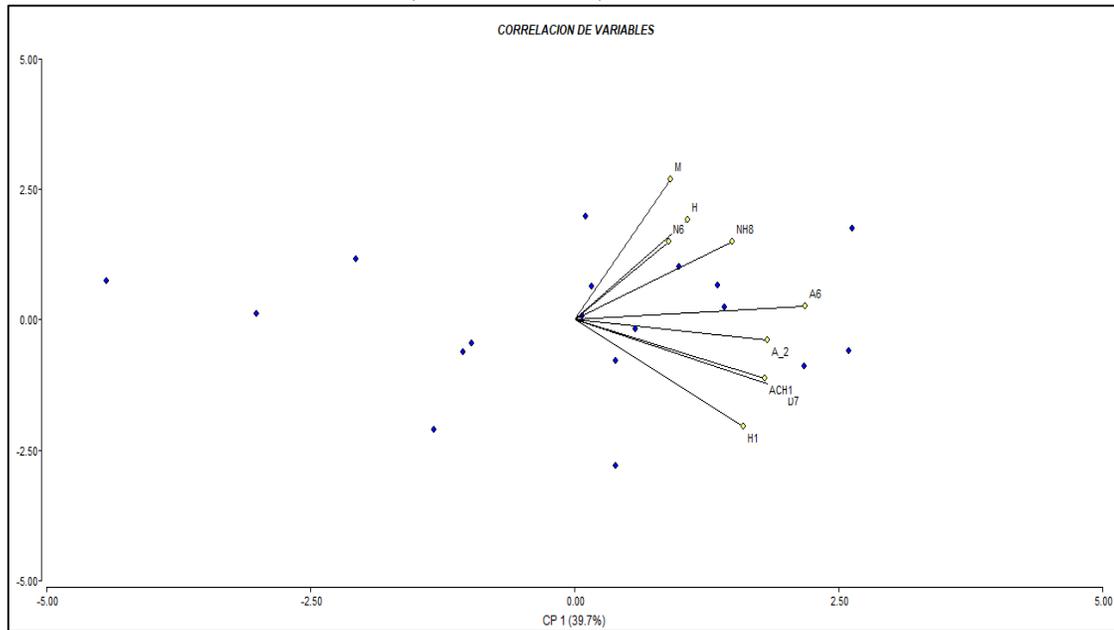
MÉTODO	CÓDIGO DE MUESTRA DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	MÉTODO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS
B0	BM-21-1330	COT-1630-5882-223662-1	Brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1331	COT-1630-5882-223662-2	Brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1332	COT-1630-5882-223662-3	Brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1333	COT-1630-5882-223662-4	Brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1334	COT-1630-5882-223662-5	Brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO
	BM-21-1335	COT-1630-5882-223662-6	Brotes	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO

Fuente: Laboratorio de biología molecular Agrocalidad.

Al observar la tabla 12, se denota que los resultados del análisis a través de la técnica PCR desarrollada en brotes con sus respectivos códigos, a los seis ecotipos del método B0, se encuentra libres de *Candidatus Liberibacter solanacearum*; resultados que surgieron gracias control químico usado para la disminución y control frente al agente vector *Bactericera Cockerelli* (Quinaluiza, 2022).

10.5. Correlación de componentes principales.

Gráfico 14. Correlación de variables (Software Infostat).



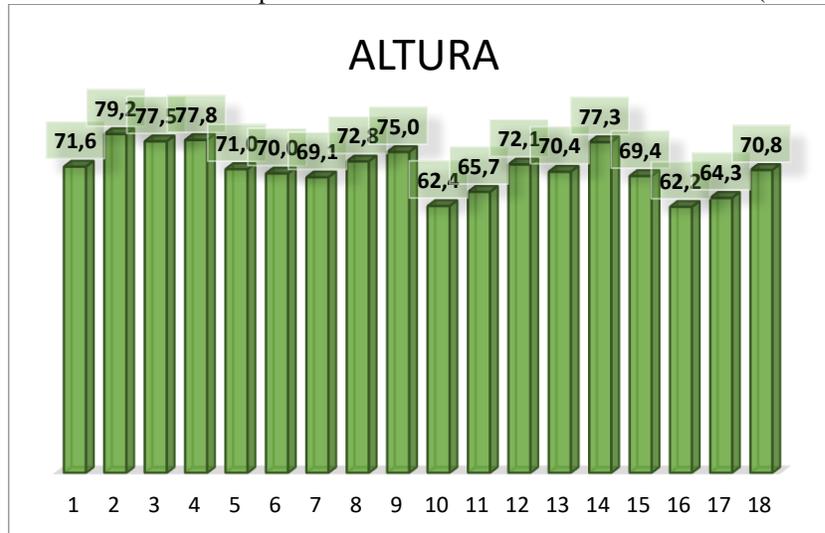
El gráfico 14 muestra las variables más significativas para esta prueba (ensayo), con la altura correspondiente a enero A6 como variable principal, seguido el diámetro correspondiente al mes de febrero D7 que asemejándose con el ancho de la hoja que corresponde al mes de agosto ACH1 al igual que la población de huevo H1 del mismo mes de agosto, y luego tenemos el número de hoja en promedio del mes de marzo NH8, seguidos con ninfas correspondiente al mes de enero N6, y para terminar tenemos los adultos in mínima significancia en promedio que corresponde al mes de septiembre A_2 con menos porcentaje de hembras que macho.

10.6. Identificación del ecotipo resistente con sus diferentes variables.

Tabla 13. Tabla de promedio por variables de desarrollo, lugar y producto aplicado.

MÉT	ECOTIPO	TRAT	ALTURA	DIAMETRO	N° HOJAS	ANCHO DE HOJA	LUGAR	Sulfato de Gentamicina/clorhidrato de oxitetraciclina
C	1	1	71,6	19,7	24	14,7	BELISARIO QUEVEDO	DESDE VIVERO Y CAMPO
	2	2	79,2	21,2	22	15,9	B.Q. PLANTAS SIN AFECCION	DESDE VIVERO Y CAMPO
	3	3	77,5	21,9	24	15,7	SUPERMAXI ATUNTAQUI	DESDE VIVERO Y CAMPO
	4	4	77,8	21,3	24	14,0	SUPERMAXI GRANEL	DESDE VIVERO Y CAMPO
	5	5	71,0	21,1	19	15,8	PROVIDENCIA	DESDE VIVERO Y CAMPO
	6	6	70,0	21,1	19	15,3	NABUZO	DESDE VIVERO Y CAMPO
B1	1	7	69,1	20,2	20	13,4	BELISARIO QUEVEDO	SOLO CAMPO
	2	8	72,8	21,3	19	14,8	B.Q. PLANTAS SIN AFECCION	SOLO CAMPO
	3	9	75,0	20,4	28	12,8	SUPERMAXI ATUNTAQUI	SOLO CAMPO
	4	10	62,4	17,5	20	15,4	SUPERMAXI GRANEL	SOLO CAMPO
	5	11	65,7	19,3	20	14,9	PROVIDENCIA	SOLO CAMPO
	6	12	72,1	21,8	24	16,7	NABUZO	SOLO CAMPO
B0	1	13	70,4	22,5	20	15,1	BELISARIO QUEVEDO	TESTIGO S/N
	2	14	77,3	21,9	21	15,5	B.Q. PLANTAS SIN AFECCION	TESTIGO S/N
	3	15	69,4	19,9	22	13,5	SUPERMAXI ATUNTAQUI	TESTIGO S/N
	4	16	62,2	19,3	15	12,6	SUPERMAXI GRANEL	TESTIGO S/N
	5	17	64,3	20,8	20	15,0	PROVIDENCIA	TESTIGO S/N
	6	18	70,8	22,2	19	15,8	NABUZO	TESTIGO S/N

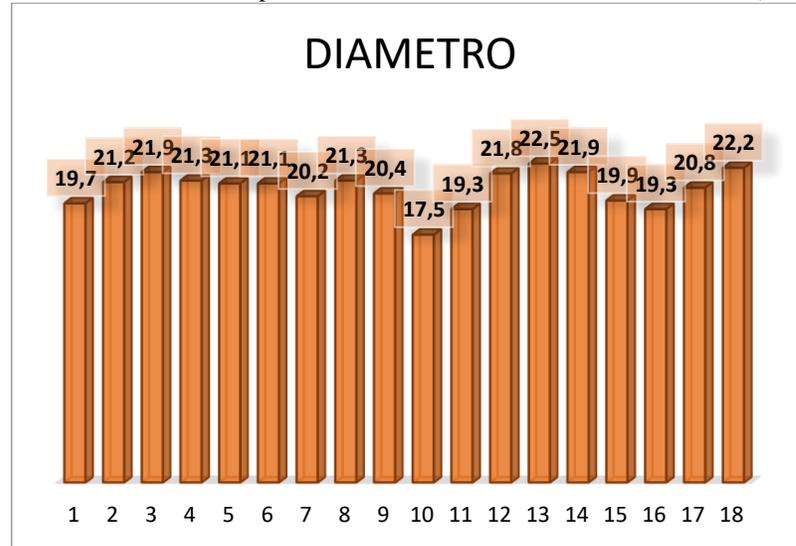
Gráfico 15. Desarrollo promedio del cultivo detallado con su variable (Altura).



En el gráfico 15 se muestran los resultados de altura medidos mensualmente, donde el ecotipo de Belisario Quevedo plantas presenta el mayor porcentaje de crecimiento sin afección con un

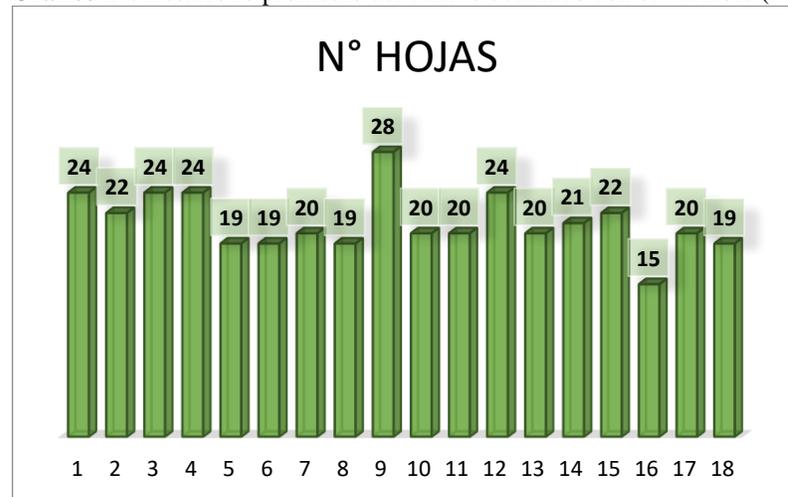
promedio total de 79.2, mientras que el ecotipo de menor altura fue el promedio Granel Supermaxi. 62.2, que corresponde al método B0.

Gráfico 16. Desarrollo promedio del cultivo detallado con la variable (Diámetro).



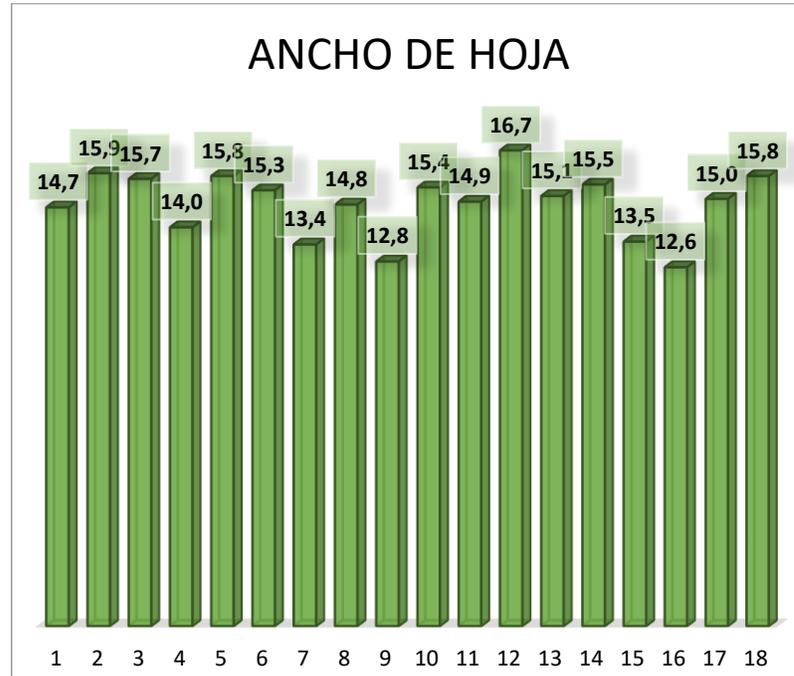
En el Gráfico 16 se muestran los resultados promedio del diámetro de cada ecotipo, donde se observa que el más representativo es Belisario Quevedo con un promedio de 22.5.

Gráfico 17. Desarrollo promedio del cultivo detallado con su variable (Número de hojas).



En el gráfico 17 se muestra la evolución del número de hojas, donde el más representativo con un total de 28 hojas fue equivalente a Supermaxi Granel, y el ecotipo con menor número de hojas en promedio fue Supermaxi Atuntaqui que corresponde al método B0.

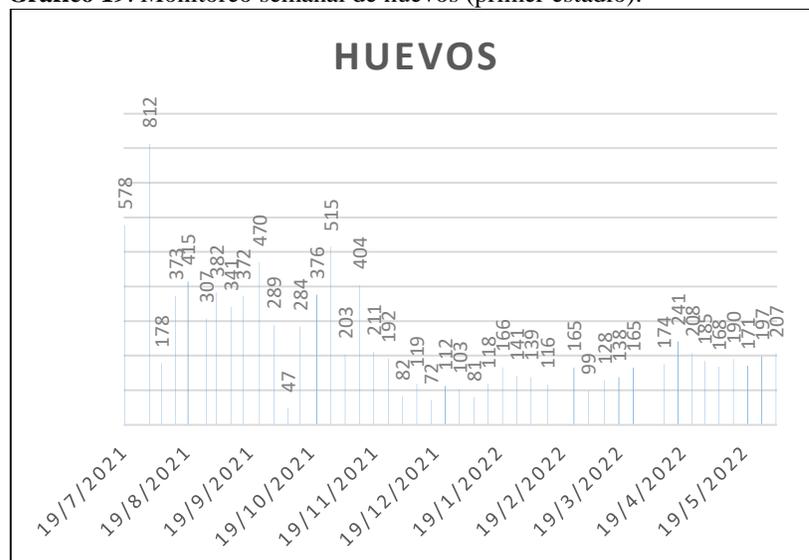
Gráfico 18. Desarrollo promedio del cultivo detallado con su variable (Ancho de hojas).



Los resultados de la Figura 18 muestran que el ecotipo más desarrollado, medido por ancho de hoja, fue el ecotipo correspondiente al sector Nabuzo aplicado por el método B1, con un valor total promedio de 16.7.

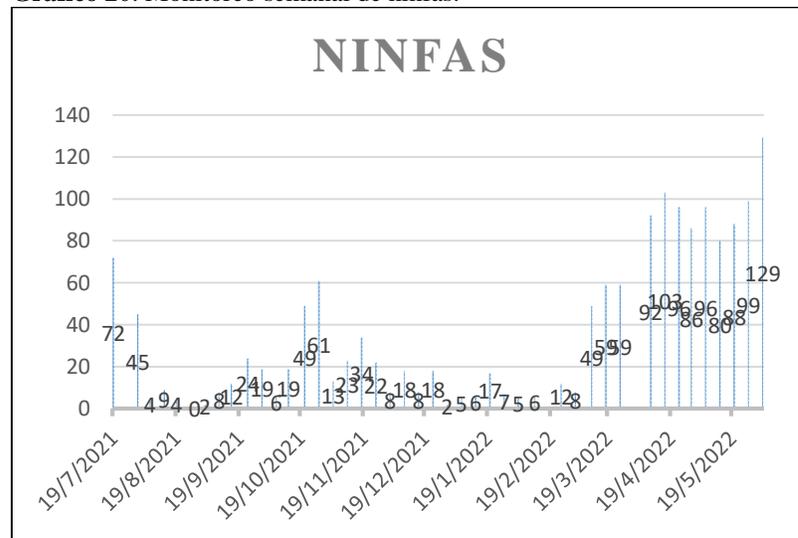
10.7. Monitoreo del insecto vector (*Bactericera cockerelli*).

Gráfico 19. Monitoreo semanal de huevos (primer estadio).

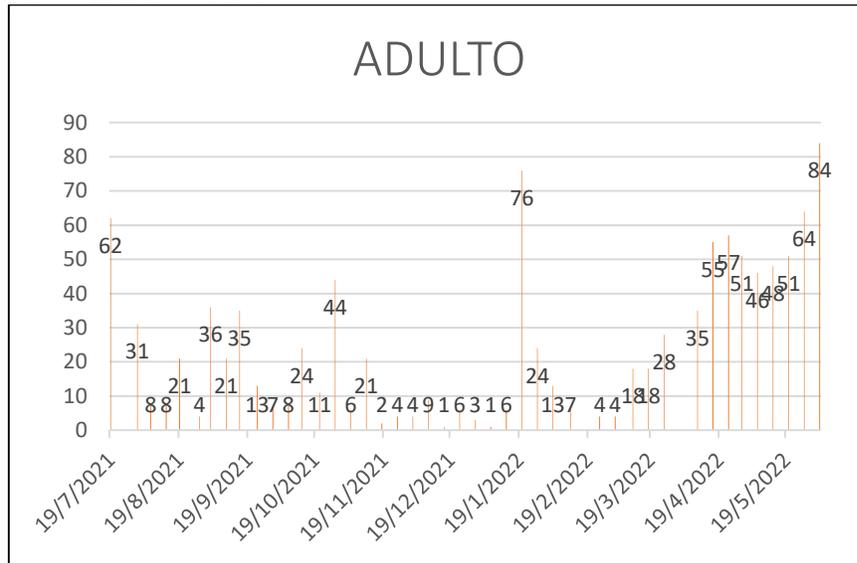


El gráfico 19 muestra que el conteo de huevos es alto el primer día después del trasplante el 15 de agosto, un total de 812, luego de lo cual se toman medidas urgentes de control químico y se obtienen resultados efectivos en los próximos meses hasta alcanzar el nivel mínimo. de la población, teniendo en cuenta diversos factores como: climáticos y antropogénicos, resulta que la aparición de huevos es mínima, con un total de 47 huevos en los primeros días de octubre, y en la segunda semana de enero tenemos 81 seguido tenemos 99 huevos en la segunda semana de marzo, desde la tercera semana de marzo hasta la primera semana de junio tenemos un aumento de una forma regulada de huevos llegando a un total de 207 huevos.

Gráfico 20. Monitoreo semanal de ninfas.



En la figura 20 se muestra el índice de ninfas en los primeros días de julio después del trasplante, al cierre de junio un total de 72 individuos y un total de 129 ninfas, en cambio en agosto el número de ninfas es mínimo, finalizando el mes con un total de 0 individuos, lo que indica que su desarrollo debió ser de alta temperatura en estos meses, por el contrario, ocurre en septiembre, octubre y diciembre cuando la abundancia es baja, la abundancia de ninfas alcanza su punto máximo. la recopilación de datos en los últimos meses del ensayo aumentó significativamente.

Gráfico 21. Monitoreo semanal de adultos.

En la figura 21 muestra que hubo muchos adultos, un total de 62 en las primeras semanas de agosto, septiembre y octubre y noviembre, mientras que en diciembre el número de insectos disminuyó significativamente. un total de 4 en las últimas dos semanas, y los meses de mayo y junio aumentaron de una forma exponencial al finalizar el ensayo.

10.8. Plaguicidas utilizadas para el control del insecto vector (*Bactericera cockerelli*).

Tabla 14. Plaguicidas utilizadas para el control y los ingredientes activos.

APLICACIÓN CONTRA EL PATÓGENO	Días del trasplante	I. ACTIVO.	FECHA
AGRY GENT PLUS	0	Sulfato de gentamicina y clorhidrato de gentamicina	8-jul
APLICACIONES CONTRA EL AGENTE VECTOR	Días del trasplante	I. ACTIVO.	
INVICTO - PODER	15	(acephato e imidacloprid)(fipronil y thiamethoxam)	23-jul
INVICTO - PODER	23		31-jul
RADIANT - BUFFAGO	30	spinetoram; (fipronil y profenofos)	7-ago
KRAKEN - TRANSFORM	47	(imidacloprid y lambda cyalothrin); sulfoxaflor	24-ago
INVICTO - TRAFFIC	57	(acephato e imidacloprid); ciromazina	3-sep
INVICTO - PODER	63	(acephato e imidacloprid)(fipronil y thiamethoxam)	9-sep
	72		18-ago
KRAKEN - TRANSFORM	86	(imidacloprid y lambda cyalothrin); sulfoxaflor	2-oct
RADIANT - BUFFAGO	98	spinetoram; (fipronil y profenofos)	14-oct
KRAKEN - TRANSFORM	114	(imidacloprid y lambda cyalothrin); sulfoxaflor	30-oct
METRALLA - DICARZOL	127	(diflubenzuron y lambda cyalothrin); formetanato	12-nov
DICARZOL	134	Formetanato	19-nov
METRALLA - ABREO	142	(diflubenzuron y lambda cyalothrin); (spirotetramat y buprofezin)	27-nov
RADIANT - PODER	155	spinetoram; (fipronil y thiametoxam)	10-dic
RADIANT - PODER	169		24-dic
RADIANT - BUFFAGO	183	spinetoram; (fipronil y profenofos)	7-ene
INVICTO - PODER	196	(acephato e imidacloprid)(fipronil y thiamethoxam)	21-ene
INVICTO - TRAFFIC	210	acephato e imidacloprid); ciromazina	4-feb
INVICTO - PODER	224	acephato e imidacloprid)(fipronil y thiamethoxam)	18-feb
KRAKEN - TRANSFORM	238	(imidacloprid y lambda cyalothrin); sulfoxaflor	4-mar
INVICTO - PODER	252	(acephato e imidacloprid)(fipronil y thiamethoxam)	18-mar
DICARZOL	266	Formetanato	1-abr
METRALLA - DICARZOL	280	(diflubenzuron y lambda cyalothrin); formetanato	15-abr
DICARZOL	294	Formetanato	29-abr
INVICTO - TRAFFIC	308	(acephato e imidacloprid); ciromazina	13-may
RADIANT - PODER	322	spinetoram; (fipronil y thiametoxam)	27-may
TOTAL	11 meses	Insecticidas para el vector	27 Aplicaciones

En la tabla 14 se puede visualizar las plaguicidas aplicadas cada 15 días y sus Ingredientes Activos. En la gráfica 19, 20, 21, se puede visualizar que las incidencias de huevo, ninfas, y adultos tienden a bajar en la primera semana de agosto, segunda semana de enero, tercera semana de marzo, y segunda semana de mayo. Se puede deducir que los ingredientes activos que tiene relación con las incidencias bajas de cada mes son: (acefato + imidacloprid), (ciromazina) (formetanato), (diflubenzuron + lambdacihalotrina).

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Técnicos

El proyecto genera impactos técnicos muy importantes ya que presenta resultados favorables en cuanto al control de (*Candidatus Liberibacter solanacearum*), que afectan en la parte económica al sector productivo de tomate de árbol *Solanum betaceum*.

11.2. Ambientales

Las opciones de control de plagas y el uso apropiado de productos químicos son muy importantes para prevenir el desarrollo de resistencia a plagas ambientales.

11.3. Sociales

Esta investigación tiene un impacto económico positivo en el control de *Candidatus Liberibacter Solanacearum* con esta investigación ayudaría a mejorar el rendimiento productivo del tomate.

11.4. Económicos

Esta investigación ha tenido un impacto financiero positivo en el control de *Candidatus Liberibacter Solanacearum* ya que la economía vuelve a ser rentable sin esta plaga en los tomates.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones:

- Los ecotipos resistentes para la enfermedad de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en el sector Carrillo, parroquia Cusubamba que pertenece al Cantón Salcedo provincia de Cotopaxi fueron los descendientes de Belisario Quevedo sin afección, Belisario Quevedo, Supermaxi Granel y Nabuzo.

- Se puede sostener o reducir al vector de *Candidatus Liberibacter solanacearum* con las aplicaciones quincenales, con los siguientes ingredientes activos: (acefato + imidacloprid), (ciromazina) (formetanato), (diflubenzuron + lambdacihalotrina).

12.2. Recomendación:

Se recomienda monitoreos constantes al vector para poder controlar a tiempo la enfermedad *Candidatus Liberibacter solanacearum*, para la aplicación de plaguicidas tener en cuenta las utilidades de equipos de bioseguridad para evitar daños a la humanidad, también es muy importante en este cultivo y otros la implementación de trampas de color amarillo con la finalidad de reducir la presencia del vector, previniendo la transmisión de *Candidatus Liberibacter solanacearum* al cultivo y dar un correcto mantenimiento cada mes con adhesivo Bio-Tac.

13. BIBLIOGRAFIA

AGROCORP. (2016). ROOTEX.

AGROZAR. (2006). *MAXI GROW*. Obtenido de <https://www.agrozar.com/files/personalizacion/agrozar/190071/190071-ficha-tecnica-maxi.pdf> https://www.tacsamex.com/DEAQ/src/productos/1323_55.htm

AGROZAR. (2008). BARRIER.

AGROZAR. (2018). H 85. 1-2.

Almeida, C. R. (2008). *VECTORES CAUSANTES DE PUNTA MORADA DE LA PAPA EN COAHUILA Y NUEVO LEÓN, MÉXICO * VECTORS CAUSAL OF POTATO PURPLE TOP IN COAHUILA AND NUEVO LEON, MEXICO*. Mexico.

Almeyda, I. A., Sánchez, J. A., & Justina, G. (2008). Vectores causantes de punta morada de la papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Agricultura técnica en México*, 34(2), 141-150.

Arango, O., & Martínez, G. (2011). vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 32(2), 13-25., 1-2.

Bravo, R. R. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *cientia Agropecuaria*, 11(1), 61-66.

Castillo, A. (2019). *First record of the tomato potato psyllido*. México: Bulletin of Insectology.

COSMOCEL. (2018). Obtenido de <https://cosmoagro.com/producto/cosmoce1>

Cuesta, R. (2019). Congreso Ecuatoriano de la papa la problemática de la punta morada. *Artículos de Octavo*, 3.

Cuesta, X. (2018). Guía de manejo de la punta morada de la papa. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5345/1/iniapscmt104>.

Delgado, A. (2019). Candidatus Liberibacter solanacearum patógeno vascular de solanáceas: Diagnóstico y control. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 22, 1-12.

Devine, G. A., & Furlong, M. (2008). USO DE INSECTICIDAS: CONTEXTO Y CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS* INSECTICIDE USE: CONTEXT AND ECOLOGICAL CONSEQUENCES. . *In Rev Peru Med Exp Salud Publica (Vol. 25, Issue 1)*.

EDIFARM. (2018). Obtenido de https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/BIO_TAC-20181109-102544.pdf

Edifarm. (2019). FOSTYL.

Feicán, C. G., & Alvarado, C. F. (2016). Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum cav.*). *Agroproductividad*, 9(8), 78-86.

Fontecha, F., & Rodríguez, F. (2015). ESTUDIO DE LA EFICACIA BACTERICIDA Y BACTERIOSTÁTICA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EMBEBIDOS EN MATERIALES. *Revista Científica UDO Agrícola*, 23-12.

Gómez , O., & Gómez, V. (2013). Evaluación de impacto ambiental. *Ediciones Mundi-Prensa.*, 1-2.

Gurrea, M. (2000). Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD).

Gutiérrez, C. G., & Almaraz, T. (2008). FITOPLASMAS: SÍNTOMAS Y CARACTERÍSTICAS MOLECULARES. In *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. (Vol. 14, Issue 2)*, 12-13.

GUWAN. (2009). DICARZOL.

INTEROC. (2005). Botrilex.

INTEROC. (2007). CURALANCHA.

INTEROC. (2015). Invicto.

INTEROC. (2015). Kraken.

INTEROC. (2015). Kraken.

INTEROC. (2015). PREDOSTAR.

INTEROC. (2015). PROMETEO.

INTEROC. (2015). TRAFFIC.

INTEROC. (2015). Transform.

INTEROC. (2018). Arpon.

INTEROC. (2018). Buffago.

INTEROC. (2018). METRALLA.

INTEROC. (2018). Poder.

INTEROC. (2018). Radiant.

INTEROC. (2019). *TOP GUN*. Obtenido de <https://www.interoc.biz/categoria-producto/colombia/insecticida/>

Iza, R. C. (2011). Interacción de cuatro Fosfonatos más *Trichoderma harzianum* para el control de Lancha de Papa (*Phytophthora infestans*), a nivel de Laboratorio (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Jácome, E. J. (2022). Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli*, vector de la enfermedad de punta morada (*Candidatus liberobacter*) en solanáceas, en los andes centrales ecuatorianos. *Revista Investigación Agraria*, 26-37.

Laurell, A. C. (1982). La salud-enfermedad como proceso social. *Revista latinoamericana de Salud*. 7-25.

Leskovar, D. (2001). Producción y ecofisiología del transplante hortícola. *Texas A y University*.

Meza, N., & Manzano, J. (2007). Características morfológicas de la semilla, procesos de germinación y emergencia del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav Sendth). *Revista de la Facultad de Agronomía del Zulia*, 24(1), 271-275.

- Morales, G. &. (1987). Eco-epidemiología de *Haemonchus contortus* bahienses, ecotipo presente en ovinos de zonas áridas de Venezuela. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82, 359-369. (n.d.). 2-5.
- Muñoz, B., & Gutiérrez, A. (2017). secuenciación del genoma completo del Potato yellow vein virus (PYVV) en tomate (*Solanum lycopersicum*) en Colombia. *Acta biológica colombiana*, 22(1), 5-17.
- OIRSA. (2014). El psílido de la papa y tomate. Organismo Internacional Regional de.
- Ortiz, P., & Germán, R. (2012). HISTORIA DE LA MEDICINA LA PLAGA DE JUSTINIANO. *In Med (Vol. 42, Issue 2)*, 3.
- Palacio, F., & Crisci, J. (2022). Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje .
- Quinaluiza, F. M. (2022). Estudio de tres métodos de control de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en seis ecotipos de Tomate de Árbol *Solanum betaceum* en etapa de desarrollo, Cusubamba – Cotopaxi 2021. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Quinaluiza, F. M., & Jácome, E. J. (2022). Estudio de tres métodos de control de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en seis ecotipos de Tomate de Árbol *Solanum betaceum* en etapa de desarrollo, Cusubamba – Cotopaxi 2021. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Quiroz & Mogro, F. J. (2022). *ESTUDIO DE TRES METODOS DE CONTROL DE CANDIDATUS LIBERIBACTER*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, LATACUNGA.
- Ramírez, J. A., & Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2), 67-75.

- Rodríguez. (2009). Potencial efecto fungicida de extractos vegetales en el desarrollo in vitro del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 175-181.
- Rodríguez, A. G. (2020). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Salud pública de México*, 44, 464-475., 30-32.
- SERFIAGRO. (2015). *Fertigro*. Obtenido de <https://serfi.biz/producto/fertigro-8-24/>
- Spitko, R. A., & Alvarado, M. (1998). se of Agry-Gent (gentamicin sulfate) as a control material for fire blight of apple in the US. *In VIII International Workshop on Fire Blight*, 629-630.
- Valle, R., & Rivera, O. (2008). Monitoreo e indicadores. IDIE Guatemala. Educación Inicial y Derechos de la Infancia.
- Veitía, N. M. (2018). Aplicación de la selección in vitro en el mejoramiento genético de la papa para la resistencia al Tizón temprano. *Biotecnología vegetal*, 8(1), 5-7.
- Villares, M., & Sánchez, J. (2018). Caracterización morfológica de frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) de una población segregante. *Revista de Investigación Talentos*, 5(1), 9-19.
- Yáñez, L. d., Godoy, A. R., Gastélum, L. R., & Cervantes, F. M. (2012). Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 259-270.

14. ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción.

Anexo 2. Toma de datos mensuales (altura, diámetro de tallo, número y ancho de hoja).



Anexo 3. Monitoreo de huevos, ninfas y adultos.



Anexo 4. Aplicaciones de las plaguicidas para el control del vector.



Anexo 5. Colocación y mantenimientos de trampas amarillas para el vector



Anexo 6. Eliminación de plantas arvenses que sirven como hospederas para el vector



Anexo 7. Componentes principales dentro del estudio.

Tabla 15. Componentes principales.

Variables	el
A1	0,08
A2	0,09
A3	0,12
A4	0,16
A5	0,18
A6	0,19
A7	0,18
A8	0,18
A9	0,15
A10	0,16
A11	0,17
D1	0,16
D2	0,17
D3	0,19
D4	0,19
D5	0,19
D6	0,19
D7	0,19
D8	0,17
D9	0,18
D10	0,18
D11	0,18
NH1	0,11
NH2	0,07
NH3	0,11
NH4	0,07
NH5	0,10
NH6	0,11
NH7	0,10
NH8	0,12

Altura mes de Enero

Diámetro mes de Febrero

Numero de hojas mes de Marzo

NH9	0,08
NH10	0,08
NH11	0,09
ACH1	0,18
ACH2	0,16
ACH3	0,14
ACH4	0,07
ACH5	0,07
ACH6	0,07
ACH7	0,07
ACH8	0,07
ACH9	0,06
ACH10	0,06
ACH11	0,06
H1	0,12
N1	0,03
A_1	-0,10
H2	0,06
N2	0,02
A_2	0,13
H3	-0,15
N3	-0,12
A_3	-0,12
H4	0,03
N4	-0,03
A_4	0,01
H5	0,03
N5	-0,03
A_5	-0,03
H6	-0,04
N6	0,06
A_6	-0,03
H7	0,01
N7	-0,08
A_7	-0,05
H8	0,01
N8	-0,03
A_8	-0,08
H9	4,2E-04
N9	-0,09
A_9	0,04
H10	-0,01
N10	-0,02
A_10	0,06

Ancho de hoja mes de Agosto

Huevos mes de Agosto

Adultos mes de Septiembre

Ninfas mes de Enero

H11	0,02
N11	-0,01
A_11	0,12
H	0,05
M	0,07

Total, de Machos

Anexo 7. Transición del cultivo. Fin del ensayo.

