



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE DOS ELICITORES SINTÉTICOS Y DOS
MICROORGANISMOS PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO
DE PUNTA MORADA DE LA PAPA (PMP), VARIEDAD
SUPERCHOLA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: JEFFERSON STALIN CUENCA MOROCHO

DIRECTOR: Ing. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO. Ph.D.

Riobamba - Ecuador

2021

© 2021, Jefferson Stalin Cuenca Morocho

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

Yo, JEFFERSON STALIN CUENCA MOROCHO, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de diciembre del 2021.




Jefferson Stalin Cuenca Morocho

172293590-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS ELICITORES SINTÉTICOS Y DOS MICROORGANISMOS PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PUNTA MORADA DE LA PAPA (PMP), VARIEDAD SUPERCHOLA**, realizado por el señor: JEFFERSON STALIN CUENCA MOROCHO, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos y legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova Ph.D. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: VÍCTOR ALBERTO LINDAO CORDOVA	2021-12-16
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO Firmado digitalmente por PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO	2021-12-16
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval Ph.D. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	NORMA SOLEDAD ERAZO SANDOVAL Firmado digitalmente por NORMA SOLEDAD ERAZO SANDOVAL Fecha: 2022.02.11 08:47:02 -05'00'	2021-12-16

DEDICATORIA

A mi amada madre, Luz Angélica, que con su ejemplo es la inspiración y protagonista eterna de mis decisiones, sueños y de esta Tesis de grado. A mi familia, por ser la fuerza fundamental que rige el destino de cada uno quienes conformamos el núcleo de la verdadera enseñanza. A mi padre Salomón, que a pesar de la distancia siempre lo llevo en lo más profundo de mi corazón. A mi tío Vitucho, Carlos Victoriano, que desde siempre ha sido como mi padre y que con su amor infinito ha hecho de este camino un verdadero aprendizaje. A mis hermanos, Geovanny, Darwin, Silvia y Blanca, por la perseverancia y el apoyo desmedido, por ser partícipes de toda la historia juntos y pilares fundamentales en mi vida. A mi amada Yael Monserrath, a la Mujer Valiente que, con su lucidez, su amor infinito, su ternura, su inmensa paciencia, su buena energía y ejemplo, es un faro que Dios a través de ella, ilumina mi vida.

Jefferson Stalin Cuenca Morocho

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi invaluable agradecimiento al ser fundamental que siempre me acompaña y acompañará en todos los pasos y logros de mi vida. A mi madre, por enseñarme el camino del bien y por su constancia e incuestionable fortaleza. A mis amados hermanos, por su cariño, su amor, su confianza y por el respaldo que me brindan siempre.

El presente trabajo de titulación es posible gracias al apoyo de varias entidades y personas; en especial mis agradecimientos:

A la loable Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH y a la Escuela de Ingeniería Agronómica EIA, por abrir sus puertas y darme la gran oportunidad de crecer y formarme como un profesional comprometido con mi país y con la agricultura familiar campesina AFC. A los docentes y profesionales de la Facultad de Recursos Naturales, quienes con sus experiencias y conocimientos compartieron su tiempo durante mi formación estudiantil y profesional.

Es relevante reconocer el trabajo realizado por mi tribunal de titulación conformado por el Ing. Agr. Pablo Álvarez Ph.D. en calidad de Director; Ing. Agr. Betty Paucar como Codirectora; & a la Ing. Agr. Norma Erazo Ph.D. como asesora, por sus orientaciones y fructíferas contribuciones para el inicio, ejecución y culminación del presente estudio.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, por la apertura para la realización y ejecución del presente trabajo de grado. A los profesionales que conforman el Núcleo de Desarrollo Tecnológico de la Estación Experimental Santa Catalina, especialmente al Ing. Agr. Diego Peñaherrera, por sus aportes valiosos, al Ing. Galo Tabango y en fin a todos les agradezco infinitamente por el apoyo durante esta investigación. A mis compañeros de la Universidad Central del Ecuador (UCE), por sus aportes enriquecedores y sugerencias al desarrollo de este trabajo de titulación.

Como no mencionar a mis preciados compañeros y amigos de la FRN-EIA, por compartir su tiempo durante el transcurso de nuestra vida estudiantil. Y a mis amigos del Guetto, les agradezco eternamente por ser motivo de inspiración y superación, a pesar de las circunstancias adversas del tiempo en el que vivimos.

Jefferson Stalin Cuenca Morocho

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1. Generalidades	5
1.2. Fenología del cultivo de papa (tubérculo-semilla).....	6
1.3. Variedad Superchola	7
1.4. Punta morada de la papa (PMP)	7
1.4.1. <i>Origen y distribución</i>	8
1.4.2. <i>Agente causal</i>	8
1.5. Fitoplasmas	8
1.5.1. <i>Clasificación taxonómica de los fitoplasmas</i>	9
1.5.2. <i>Sintomatología causada por fitoplasmas</i>	9
1.6. <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	10
1.6.1. <i>Clasificación taxonómica de Candidatus Liberibacter solanacearum (CLso)</i>	10
1.6.2. <i>Sintomatología de CLso en el cultivo de papa</i>	11
1.7. Vectores potenciales de CLso y fitoplasmas.....	11
1.8. <i>Bactericera cockerelli</i>	13
1.8.1. <i>Taxonomía de Bactericera cockerelli</i>	13
1.8.2. <i>Ciclo biológico</i>	14
1.8.3. <i>Etología</i>	15
1.9.1. Resistencia sistémica adquirida (RSA).....	16
1.9.2. Resistencia sistémica inducida (RSI).....	16

1.10.	Ácido salicílico (SA)	16
1.10.1.	<i>Tratamiento con ácido salicílico en papa</i>	17
1.11.	Fosfitos de potasio	17
1.12.	Manejo biológico de fitopatógenos	18
1.12.1.	<i>Regulación biológica</i>	18
1.14.	Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR)	19
1.14.1	<i>Bacillus subtilis</i>	20

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1.	Caracterización del lugar	21
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	21
2.2.	Materiales	22
2.2.1.	<i>Material biológico</i>	22
2.2.2.	<i>Elicitores</i>	22
2.2.3.	<i>Material de campo</i>	22
2.2.4.	<i>Productos biorracionales para el MIPE</i>	22
2.2.5.	<i>Materiales de oficina</i>	22
2.3.	Métodos	23
2.3.1.	<i>Croquis del ensayo</i>	23
2.3.2.	<i>Tratamientos en estudio</i>	23
2.3.3.	<i>Factores en estudio</i>	24
2.3.4.	<i>Unidad experimental</i>	24
2.3.5.	<i>Diseño experimental</i>	25
2.3.6.	<i>Análisis de varianza</i>	25
2.3.7.	<i>Análisis funcional</i>	26
2.4.	Variables y métodos de evaluación	26
2.4.1.	<i>Porcentaje de emergencia</i>	26
2.4.2.	<i>Vigor de la planta</i>	26
2.4.3.	<i>Incidencia de la Punta Morada de la Papa</i>	27
2.4.4.	<i>Severidad de la Punta Morada de la Papa</i>	27
2.4.5.	<i>Población del psílido <i>Bactericera cockerelli</i> S.</i>	28
2.4.6.	<i>Rendimiento</i>	28
2.4.7.	<i>Presencia del fitoplasma en plantas hijas del tubérculo-semilla</i>	29
2.4.8.	<i>Prueba de fritura (calidad)</i>	29

2.4.9.	<i>Análisis Económico</i>	30
2.5.	Análisis estadístico	30
2.6.	Manejo del cultivo	30
2.6.1.	<i>Selección del lote</i>	31
2.6.2.	<i>Preparación del terreno y delimitación de parcelas</i>	31
2.6.3.	<i>Recomendación de fertilización edáfica</i>	31
2.6.4.	<i>Recomendación de fertilización edáfica orgánica</i>	32
2.6.5.	<i>Fertilizantes foliares y bioinsumos</i>	32
2.6.6.	<i>Manejo de plagas y enfermedades</i>	33
2.6.7.	<i>Labor de rascadillo, medio aporque y aporque</i>	36
2.6.8.	<i>Cosecha</i>	36

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
3.1.	Porcentaje de emergencia	37
3.2.	Vigor de la planta	39
3.3.	Incidencia de PMP	41
3.4.	Severidad, AUDPC y AUDPCr de PMP	43
3.5.	Dinámica poblacional de <i>Bactericera cockerelli</i>	49
3.5.1.	<i>Dinámica poblacional de huevos/planta</i>	49
3.5.2.	<i>Dinámica poblacional de ninfas/planta</i>	51
3.6.	Rendimiento (t/ha)	53
3.7.1.	<i>Categoría primera: peso del tubérculo (70 -100 g)</i>	54
3.7.2.	<i>Categoría segunda: peso del tubérculo (40 – 70 g)</i>	56
3.7.3.	<i>Categoría tercera: peso del tubérculo (40 - 25 g).</i>	57
3.7.4.	<i>Categoría cuarta: peso del tubérculo (< 25 g)</i>	58
3.7.	Presencia de <i>Candidatus phytoplasma</i> en plantas hijas	60
3.9.	Prueba de fritura y Test de manchado	62
3.10.	Análisis económico	65

CONCLUSIONES	67
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	68
-----------------	-------	----

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica de la especie <i>Candidatus</i> phytoplasma	9
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica de <i>Candidatus</i> Liberibacter solanacearum.....	11
Tabla 3-1:	Clasificación taxonómica de <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.....	14
Tabla 4-2:	Coordenadas geográficas UTM del experimento.	21
Tabla 5-2:	Condiciones agroclimáticas del sitio experimental.	21
Tabla 6-2:	Tratamientos en la Evaluación de dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola. Mejía, Pichincha, 2021.	24
Tabla 7-2:	Especificaciones de la UE en la Evaluación de 2 elicitores y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, Mejía, Pichincha, 2021.....	25
Tabla 8-2:	Esquema del análisis de varianza en la investigación.	25
Tabla 9-2:	Escala del vigor en plantas tratadas con dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola, Mejía, Pichincha, 2021.....	26
Tabla 10-2:	Escala de severidad para el AUDPC de PMP.....	27
Tabla 11-2:	Categorías del tubérculo (peso) en plantas tratadas con dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, variedad Superchola.	28
Tabla 12-2:	Escala de valoración del test del manchado en la evaluación de 2 elicitores y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, variedad Superchola.	29
Tabla 13-2:	Dosis de fertilización recomendada en el experimento.	31
Tabla 14-2:	Productos para la nutrición complementaria en el ciclo vegetativo del cultivo. ..	32
Tabla 15-2:	Productos, ingredientes activos y dosis utilizadas para el control y manejo de <i>Bactericera cockerelli</i> , tizón tardío, polillas, gusano, trips y pulgullas.....	33
Tabla 16-2:	Labores culturales en la Evaluación de 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.....	36
Tabla 17-3:	ANOVA de la emergencia (%) en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.....	38
Tabla 18-3:	Promedios de la emergencia (%) en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	38
Tabla 19-3:	ANOVA de la variable vigor en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	40
Tabla 20-3:	ANOVA de la incidencia en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	42
Tabla 21-3:	Promedios de la variable incidencia en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	43

Tabla 22-3:	ANOVA de la severidad, AUDPC y AUDPCr en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	46
Tabla 23-3:	Promedios de severidad (%), AUDPC y AUDPCr en plantas tratadas con elicitores y microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	48
Tabla 24-3:	ANOVA de la dinámica poblacional de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	50
Tabla 25-3:	Tukey (5%) para la dinámica poblacional de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	50
Tabla 26-3:	ANOVA para la dinámica poblacional de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	51
Tabla 27-3:	Medias de la población de ninfas de <i>B.cockerelli</i> en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.	52
Tabla 28-3:	ANOVA para el rendimiento (t/ha) en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	54
Tabla 29-3:	ANOVA para el rendimiento (t/ha) de primera categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	55
Tabla 30-3:	ANOVA del rendimiento (t/ha) para la 2 ^{da} categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	57
Tabla 31-3:	ANOVA para el rendimiento (t/ha) de 3 ^{ra} categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	58
Tabla 32-3:	ANOVA para el rendimiento (t/ha) de 4 ^{ta} categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	58
Tabla 33-3:	Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en plantas tratadas con dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola. .	61
Tabla 34-3:	Coefficiente de correlación de variables en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	61
Tabla 35-3:	ANOVA para el test de manchado en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	63
Tabla 36-3:	Medias y rangos de significancia para el test del manchado en plantas con ... PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos	65
Tabla 37-3:	Análisis económico de los tratamientos evaluados en el manejo agroecológico de la PMP, var. Superchola, Mejía, Pichincha 2021.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Etapas fenológicas de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), variedad Superchola....	7
Figura 2-1:	Enfermedades bacterianas transmitidas por vectores que persisten en los tejidos vasculares.	12
Figura 3-1:	Localización bacteriana propagativa circulante y no circulante en vectores a través de la perspectiva de relaciones filogenéticas.	13
Figura 4-1:	Ciclo biológico de <i>Bactericera cockerelli</i> S.	14
Figura 5-2:	Croquis de la experimentación.....	23
Figura 6-2:	Escala visual de la sintomatología de Zebra Chip (CLSo) en la Evaluación de 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.29	
Figura 7-3:	Inc. de PMP (%). Nudos abultados y tallos a manera de zig-zag (a-b). Abarcamiento y clorosis de los meristemas apicales (c). Arrosetamiento generalizado (d).....	41
Figura 8-3:	Severidad de PMP (nivel de daño). Síntomas leves (a). Síntomas intermedios (b-c-d). Síntomas severos (e-f). Síntomas muy severos (g-h-i).	44
Figura 9-3:	Semilla de plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	60
Figura 10-3:	Prueba de fritura y test del manchado en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Emergencia (%) a los 30 y 40 dds en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola. ..	37
Gráfico 2-3:	Vigor a los 60 y 80 dds en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	39
Gráfico 3-3:	Incidencia de la enfermedad (%) en plantas con PMP, variedad Superchola, tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	42
Gráfico 4-3:	Severidad (%) en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	45
Gráfico 5-3:	Promedios de severidad final de PMP en plantas tratadas con 2 elicitores y 2 microorganismos.	46
Gráfico 6-3:	Curva del progreso de la enfermedad de la PMP en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	47
Gráfico 7-3:	Dinámica poblacional de huevos de <i>B. cockerelli</i> en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	49
Gráfico 8-3:	Dinámica poblacional de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.	51
Gráfico 9-3:	Medias del rendimiento en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	53
Gráfico 10-3:	Promedios de la 1 ^{ra} categoría y rangos de significancia en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	55
Gráfico 11-3:	Promedio (t/ha) de la 2 ^{da} categoría y rangos de significancia en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	56
Gráfico 12-3:	Promedios (t/ha) de la 3 ^{ra} categoría y rangos de significancia en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.	57
Gráfico 13-3:	Rendimiento promedio (t/ha) por categorías en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.	59
Gráfico 14-3:	% de fritura de hojuelas sanas en plantas tratadas con dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE EMERGENCIA.....	86
ANEXO B:	PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE VIGOR.....	87
ANEXO C:	NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA PMP.....	88
ANEXO D:	NORMALIDAD Y HOMOCEDASTICIDAD PARA LA SEVERIDAD, AUDPC Y AUDPCr.....	91
ANEXO E:	INCIDENCIA DE LA PMP.	94
ANEXO F:	SEVERIDAD DE LA PMP. MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	94
ANEXO G:	NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA FLUCTUACIÓN DE <i>B. cockerelli</i> . MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	95
ANEXO H:	CICLO BIOLÓGICO DE <i>B. Cockerelli</i> . MEJÍA, PICHINCHA 2021.	97
ANEXO I:	DATOS METEOROLÓGICOS DE UYUMBICHO, MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	98
ANEXO J:	NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (T/HA).....	98
ANEXO K:	NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA EL TEST DE FRITURA.MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	100
ANEXO L:	COSTOS DE PRODUCCIÓN. MEJÍA, PICHINCHA 2021.	100
ANEXO M:	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS DE SUELO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO. MEJIA, PICHINCHA. 2021.....	101
ANEXO N:	LABORES CULTURALES Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PMP.	102
ANEXO O:	DETECCIÓN Y MONITOREO DE <i>B. Cockerelli</i>	102
ANEXO P:	COSECHA DE LOS TRATAMIENTOS EN LA EXPERIMENTACIÓN. MEJIA, PICHINCHA. 2021.	103
ANEXO Q:	TUBÉRCULOS-SEMILLA Y PLANTAS HIJAS PARA EL ANÁLISIS PCR FOLIAR.	103
ANEXO R:	ANÁLISIS DE SUELO DE LA EXPERIMENTACIÓN. MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	104
ANEXO S:	ESCALA (NIVELES) DEL TEST DE FRITURA. MEJÍA, PICHINCHA 2021.	106

ANEXO T:	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA ORGÁNICA UTILIZADA EN LA EXPERIMENTACIÓN. MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	107
ANEXO U:	ANÁLISIS PCR EN PLANTAS HIJAS CON SÍNTOMAS ASOCIADOS A LA PMP. MEJÍA, PICHINCHA 2021.....	108

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PMP	Punta morada de la papa
CLso	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>
AS	Ácido salicílico
PGRP	Bacterias promotoras de crecimiento vegetal
BPA	Buenas prácticas agrícolas
AFC	Agricultura familiar campesina
ZC	Zebra Chip
RSA	Resistencia sistémica adquirida
RSI	Resistencia sistémica inducida
SA	Ácido salicílico
HR	Respuesta hipersensible
PR	Proteínas de la patogénesis
MAMP/PAMP	Patrones moleculares asociados a patógenos o microbios
DAMP	Patrones moleculares asociados al daño
ETI	Inmunidad activada por efectores
DOF	Dosis óptima fisiológica
DOE	Dosis óptima económica
ANOVA/ADEVA	Análisis de la varianza
AUDPC/ABCPE	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de elicitores sintéticos y microorganismos para el manejo agroecológico de punta morada de la papa (PMP), variedad Superchola, en la parroquia Uyumbicho, Mejía. El experimento se efectuó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones, donde las variables analizadas fueron: porcentaje de emergencia a los 30 y 40 días después de la siembra (dds) en las plantas de la parcela neta, estado del vigor a los 60 y 80 dds en 20 plantas seleccionadas al azar, porcentaje de incidencia y severidad cada 15 días una vez que se identificó el primer síntoma en todo el ensayo, curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* tanto de huevos como ninfas en 5 plantas al azar, rendimiento de 10 plantas al azar en la parcela neta, donde en base al tamaño de los tubérculos se clasificó por categorías; estos datos fueron expresados en Kg/ha para después ser interpolados a t/ha, transmisión de fitoplasma a plantas hijas mediante pruebas PCR en tiempo real, test del manchado a través de la prueba de fritura y análisis económico de los tratamientos. Las variables en mención fueron sometidas a un análisis estadístico, en el que se utilizó el software Infostat 2020. Los resultados mostraron que las plantas tratadas con *Bacillus subtilis* incidieron en un 25% sobre las poblaciones de ninfas. El porcentaje de severidad en los tratamientos con *Trichoderma harzianum* y fosfitos de K generaron menor grado de afectación, con 71.67% y 70%; mientras que *T. harzianum* + *B. subtilis*, ácido salicílico y *Bacillus subtilis* presentaron el 75.00%, 73.00% y 74.67%, respectivamente. Así se concluyó que el ácido salicílico generó el mejor rendimiento, obteniéndose 19.25 t/ha. Se recomienda realizar ensayos con otras especies de solanáceas, utilizando el ácido salicílico como activador de resistencia.

Palabras clave: <PUNTA MORADA DE LA PAPA>, <MANEJO AGROECOLÓGICO>, <PAPA RAYADA (*Candidatus Liberibacter solanacearum*)>, <FITOPLASMA>, <MEJÍA (Cantón)>, <PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli*)>, <ANTAGONISTA (*Bacillus subtilis*)>, <*Trichoderma harzianum*>.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2022.01.03
16:52:55 -05'00'



0003-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

This investigation aimed to evaluate the effect of synthetic elicitors and microorganisms for the agroecological management of potato purple top (PPT), *Superchola* variety, in *Uyumbicho* parish, *Mejia*. The experiment was carried out under a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The variables analyzed were percentage of emergence at 30 and 40 days after sowing (das) in plants of the net plot, vigor status at 60 and 80 das in 20 randomly selected plants, percentage of incidence and severity every 15 days once the first symptom was identified in the whole trial, disease progress curve (AUDPC), population dynamics of *Bactericera cockerelli* of both eggs and nymphs on 5 random plants, yield of ten random plants in the net plot, where, based on tuber size, they were classified by categories; These data were expressed in kg/ha and then interpolated to t/ha, transmission of phytoplasma to daughter plants through real time PCR tests, spot test through the frying test and economic analysis of the treatments. These variables were subjected to statistical analysis using Infostat 2020 software. The results showed that plants treated with *Bacillus subtilis* had a 25% impact on nymph populations. The percentage of severity in the treatments with *Trichoderma harzianum* and K phosphites generated a lower degree of affectation, with 71.67% and 70%; while *T. harzianum* + *B. subtilis*, salicylic acid and *Bacillus subtilis* represented 75.00%, 73.00% and 74.67%, respectively. It was concluded that salicylic acid generated the best yield, obtaining 19.25 t/ha. It is recommended to carry out trials with other solanaceous species, using salicylic acid as a resistance activator.

Key words: <POTATO PURPLE TOP>, <AGROECOLOGICAL MANAGEMENT>, <STRIPED POTATO (*Candidatus Liberibacter solanacearum*)>, <PHYTOPLASMA>, <MEJIA CANTON>, POTATO PSYLID (*Bactericera cockerelli*)>, <ANTAGONISTIC (*Bacillus subtilis*)>, <*Trichoderma harzianum*>.



Firmado electrónicamente por:

ESTHELA
ISABEL
COLCHA
GUASHPA

INTRODUCCIÓN

Importancia

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el tercer cultivo más importante a nivel mundial, su rendimiento total supera los 300 millones de toneladas métricas (CIP, 2020, p. 2) y en Ecuador se considera uno de los rubros más importantes para la seguridad alimentaria. Las provincias de mayor producción son: Carchi, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi y Pichincha, que juntas suman el 75.73% de la producción nacional de tubérculo en fresco (INEC, 2020, p. 17). La superficie total cosechada en el año 2020 fue de 24882 hectáreas, y el rendimiento decreció en un 21% con respecto al año 2019 debido a factores bióticos y abióticos (MAG, 2020, pp. 2-3).

Las principales enfermedades que afectan al cultivo y causan pérdidas económicas significativas son: tizón tardío (*Phytophthora infestans*), roña (*Spongospora subterranea*), Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*), roya (*Puccinia pittieriana*), virus X (PVX), virus Y (PVY), virus del amarillamiento de las venas (PYVV), el virus del amarillamiento de las hojas (PLRV) (Araujo et al., 2021, pp. 17-70) y en la actualidad la punta morada de la papa (PMP) es el mayor problema que afecta al cultivo (Cuesta et al., 2021, p. 5). Es así que, en el año 2019 en la provincia de Pichincha, las enfermedades más importantes que afectaron en los cultivos fueron la PMP con un 66% y tizón tardío o lancha con un 31% (MAG, 2020, pp. 2-3).

La punta morada causa pérdidas entre el 50% al 100% en la variedad Superchola y es uno de los principales problemas que afectan al cultivo de papa en el Ecuador (Araujo et al., 2021, p. 47). Asimismo, se reportan como agentes causales a los fitoplasmas del grupo 16SrI (Castillo, 2018, p. 311) y 16SrII (Caicedo et al., 2015, pp. 1-2). Estos son microorganismos patogénicos semejantes a sus homólogos las bacterias, son parásitos obligados localizados en el floema de la planta y se transmiten por insectos vectores como cicadélidos y saltones de hojas (Araujo et al., 2021, p. 47).

A esto se suma la presencia de *Bactericera cockerelli* Sulc, plaga también conocida como el psílido de la papa o paratrioza en la Sierra norte y centro del Ecuador (Paucar, 2020, p. 67). Este insecto es vector de la bacteria ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CLso) causante de la enfermedad “Zebra chip” (ZC) en los tubérculos de papa (Harrison et al., 2019, pp. 7-8) y de la PMP (Araujo et al., 2021, p. 47). El insecto causa daño directo por efecto de la toxina que inyecta al alimentarse y el daño indirecto al transmitir la bacteria CLso (Delgado, 2019, p. 6). En consecuencia, los agricultores han abandonado los cultivos, mientras que, otros han hecho uso indiscriminado de pesticidas que pueden llevar a la resistencia de las poblaciones de este insecto, contaminación ambiental, afectaciones a la salud del agricultor e incremento de los costos de producción (Paucar,

2020, p. 67). En este contexto, la PMP constituye una amenaza para la economía y seguridad alimentaria de la población ecuatoriana. Por tal motivo, es necesario buscar alternativas amigables con el ambiente y el ser humano para el manejo de la PMP, entre estos encontramos activadores de resistencias mediante el uso de microorganismos y elicitores sintéticos.

La resistencia natural o constitutiva de las plantas a patógenos e insectos se basa en que las plantas utilizan defensas físicas y bioquímicas en contra de los invasores. Según Gao et al., (2015, pp. 8-9), la resistencia inducida se basa en el reconocimiento del invasor y un evento de traducción de señales que conduce a la activación de defensas, es así que una infección localizada induce resistencia en contra de un amplio espectro de diferentes patógenos tales como hongos, bacterias y virus; esta resistencia se expresa localmente en el sitio de ataque del patógeno y sistémicamente en las partes no atacadas.

El propósito de activar la resistencia del huésped mediante el uso de elicitores, es con el fin de contrarrestar el impacto negativo causado por la PMP. Los mecanismos de defensa involucrados en la resistencia inducida incluyen una combinación de cambios físicos, químicos y moleculares. De acuerdo con Lim et al., (2020, pp. 3-9), una de las respuestas de defensa activa es la resistencia sistémica adquirida (RSA), esta inicia tras el reconocimiento del patógeno e implica la producción de una o varias señales móviles que están involucradas en la activación de los mecanismos de resistencia. Además, se ha reportado que el regulador de la RSA y considerada como la hormona de defensa es el ácido salicílico (SA) (Guerra, 2020, pp. 1-2).

El ácido salicílico (AS) se ha descrito como una molécula de señalización clave involucrada en la SAR, que regula el crecimiento, desarrollo y la respuesta a un amplio número de factores bióticos y abióticos (Hernández, 2017, pp. 17-34). Además, es un compuesto fenólico que participa en la biosíntesis de fitoalexinas y juega un rol importante en la respuesta hipersensible (HR), puesto que, experimentalmente se ha demostrado que está relacionada con las proteínas de la patogénesis (PR) (Sánchez, 2010, pp. 92-93). Es así que en la actualidad se sigue utilizando como inductor de resistencia para el manejo de enfermedades causadas por bacterias endófitas y fitoplasmas causantes de patologías en papa, en el que se ha observado una reducción en la severidad de los agentes antes mencionados.

Una de las tantas alternativas a la agricultura convencional constituye el uso de microorganismos benéficos promotores de crecimiento, tales como; *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, mismos que son empleados para inducir los mecanismos de defensa y disminuir los daños causados por patógenos biotróficos y necrotrofos en cultivos de papa, tomate, tabaco, calabaza, etc. (Samaniego, 2017, pp. 13-14).

El uso de elicitores por ser propios de la naturaleza se consideran parte de un manejo agroecológico de plagas y enfermedades, puesto que, así lo menciona Altieri (2017, p. 107), quien sostiene que el manejo agroecológico de plagas agrícolas consiste en la utilización de técnicas de manejo que direccionan a restituir el equilibrio biológico y ecológico con base en la diversidad intra e interespecífica de plantas y con la estimulación de enemigos naturales, con el fin de disminuir el grado de impacto ambiental.

Problema

Actualmente la punta morada es la enfermedad más importante del cultivo de papa y sus agentes causales-vector reducen la producción en su totalidad (100%), razón por la que los agricultores han optado por el manejo convencional de enfermedades, que se basa en el uso indiscriminado de pesticidas (insecticidas, bactericidas, etc.) con alto grado de toxicidad, generando afecciones a su salud por el consumo de agua contaminada, perjuicios ambientales irreversibles en el tiempo, resistencia de las plagas a los insecticidas y altos costos de producción. En este sentido, surge la interrogante ¿Cómo influir en la resiliencia de los agroecosistemas y en los cultivos de interés agrícola de la región andina?

Justificación

Dado este breve análisis en base a lo expuesto, con el presente estudio se proyecta contribuir y ser una alternativa al manejo agroecológico de la PMP provocada por fitoplasmas, CLso y *Bactericera cockerelli* en la variedad Superchola, puesto que, se plantea evaluar el efecto del ácido salicílico (SA), los fosfitos de potasio, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, como elicitores de activación de resistencia a la enfermedad. Esta iniciativa se ajusta a los resultados que busca el proyecto INIAP en fortalecer la participación de la agricultura familiar campesina (AFC), basándose en enfoques agroecológicos y el uso de buenas prácticas agrícolas (BPA). De manera que, la agricultura post-Covid se caracterice por tener modelos agrícolas más sostenibles y que no dependan de los insumos externos, sistemas alimentarios locales, agroecosistemas de bajo impacto ambiental y resilientes al cambio climático.

Objetivos

- Objetivo general

Evaluar el efecto de dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de punta morada de la papa (PMP), variedad Superchola, en la parroquia Uyumbicho, cantón Mejía, Pichincha.

- Objetivos específicos

- Evaluar la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* en cada uno de los tratamientos.
- Determinar la incidencia y severidad de la PMP en cada tratamiento.
- Evaluar la productividad obtenida de los tratamientos en estudio.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos evaluados.

Hipótesis

- Nula

H₀: El efecto de la aplicación de dos elicitores sintéticos y dos microorganismos no influyen de manera significativa en la severidad de la PMP y en el rendimiento del cultivo de papa, variedad Superchola.

- Alternativa

H₁: Al menos uno de los elicitores sintéticos y microorganismos influyen de manera significativa en la severidad de la PMP y en el rendimiento del cultivo de papa, variedad Superchola.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades

La papa (*Solanum tuberosum* L.) tiene su origen en los Andes y fue domesticada hace aproximadamente 10000 años alrededor del lago Titicaca. En la actualidad se cultiva en casi todos los países y se considera un alimento básico de consumo mundial. De esta manera, Racines (2021, pp. 46-47) argumenta que en Ecuador se siembran alrededor de 30 variedades mejoradas, entre las que resaltan: Superchola, INIAP Friepapa, Yema de huevo y Única, que representan más de la mitad del área cultivada en el país.

Este cultivo es el tercer rubro más importante a nivel mundial después del trigo y el arroz (CIP, 2020, p. 2). En Ecuador es uno de principales cultivos de la serranía, puesto que es una fuente rica en carbohidratos, proteínas y minerales, constituyéndose así en un producto básico de la canasta alimenticia de la población (Mastrocola, 2016, pp. 4-5). Representa una de las actividades económicas más importantes de la que se benefician aproximadamente 88000 agricultores de la región andina del país (IICA, 2020, p. 2).

Para Racines (2021, pp. 47-48), el rango altitudinal de esta especie oscila entre los 2800 a 3500 m. sobre el nivel del mar y actualmente el tubérculo se cultiva en Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. Las provincias con mayor superficie cosechada corresponden a Carchi con un 28.28%, Chimborazo 14.01% y Tungurahua 13.53% (INEC, 2020, p. 24).

Por otro lado, la huella hídrica es un aspecto muy relevante en este cultivo, dado que para producir un kilo de tubérculo se necesitan 290 litros de agua, en comparación al maíz, trigo y arroz, en los que se requieren 900, 100 y 3400 litros, respectivamente. Adicional a esto, la producción y el consumo como alimento diario promueve la reactivación económica de miles de familias y la seguridad alimentaria del país (IICA, 2020, p. 2).

La agricultura convencional no toma en cuenta las variaciones de la ecología, las relaciones económicas del sistema y mucho menos a las organizaciones sociales, en consecuencia, el desarrollo agrícola no ha podido satisfacer las necesidades y potencialidades de los campesinos locales. Frente a esto, la agroecología se proyecta como una disciplina que perfila los principios

ecológicos desde un punto de vista integral, incorporando dimensiones culturales, socioeconómicas y técnicas (Altieri, 2017, pp. 33-43).

1.1.1. Aspectos agroecológicos para la producción de papa

Las zonas de mayor potencialidad para el cultivo de papa se ubican especialmente donde predominan los suelos negro-andinos o también conocidos como Andisoles. En la producción de papa para consumo, los tubérculos de textura suave provienen de suelos franco arenoso, mientras que los suelos franco limoso dan lugar a tubérculos con textura más firme (FAO, 2012, pp. 3-4).

La heterogeneidad de los microclimas en la sierra ecuatoriana, hacen que las épocas de siembra varíen de un lugar a otro, por lo que a nivel general se podrían definir dos épocas: a) de mayo a junio y b) entre octubre a diciembre. No obstante, es importante señalar que existen zonas en las que las condiciones adecuadas de suelo y clima permiten realizar siembras durante todo el año como es el caso de la provincia del Carchi (FAO, 2012, p. 4).

Por otro lado, el manejo agroecológico del cultivo de papa se presenta como una de las alternativas a la agricultura tradicional, puesto que proporciona el equilibrio del medio ambiente, la fertilidad del suelo, rendimientos sostenidos y el manejo adecuado de plagas y enfermedades, a través del uso de tecnologías limpias como: repelentes orgánicos, elicitores, caldos minerales, microorganismos, etc. Además, los rendimientos óptimos que se obtienen se derivan del balance apropiado de suelos, nutrientes, humedad y de las sinergias entre organismos existentes (Altieri, 2017, pp. 33-43).

1.2. Fenología del cultivo de papa (tubérculo-semilla)

El desarrollo del cultivo de papa atraviesa por diferentes etapas bien definidas, inicia con el almacenamiento de la semilla-tubérculo y termina en la cosecha. A este proceso se lo conoce como etapas fenológicas, las cuatro primeras de estas de las denomina vegetativas (V_0 , V_1 , V_2 , V_3); las dos siguientes son reproductivas (R_4 , R_5), y la última es la madurez completa para luego la cosecha (R_6) (Cuesta, 2014, p. 17-18).

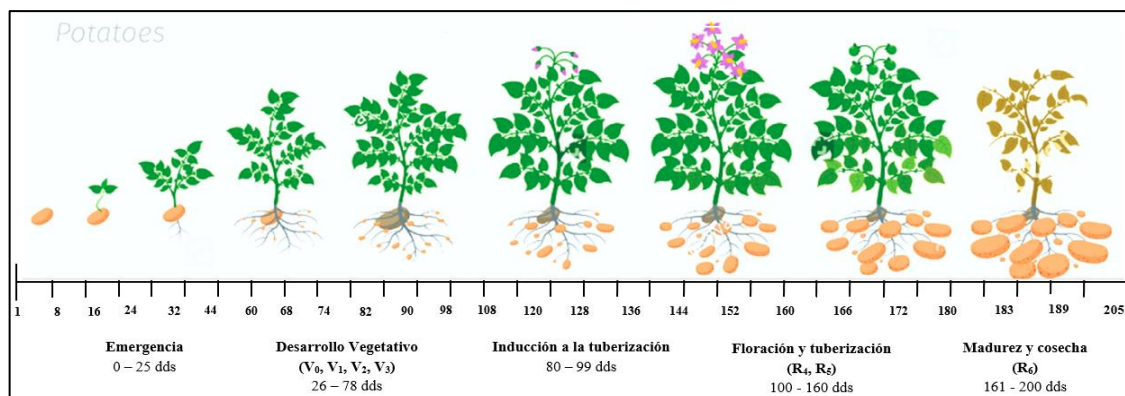


Figura 1-1. Etapas fenológicas de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Superchola.

Realizado por: Cuenca S. 2021.

1.3. Variedad Superchola

El origen genético de esta variedad proviene de: (Rosita x Curipamba) x *Solanum phureja* x Chola normal x 1, 2 y 3, siendo liberada en el año 1984. Las provincias que más cultivan esta variedad corresponden a Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, además, es muy susceptible a lancha (*Phytophthora infestans*) y se cultiva desde 2800 – 3000 m. sobre el nivel del mar (INIAP, 2016, p. 7). Por su parte Mastrocola, (2016, pp. 8) describe que Superchola es una variedad tardía, por lo que el ciclo vegetativo o tiempo de maduración fluctúa entre los 170-210 días después de la siembra, con una producción por planta de 25 – 30 tubérculos y un rendimiento promedio de 20-30 t/ha.

1.4. Punta morada de la papa (PMP)

En los últimos años, enfermedades emergentes de fitoplasmas en papa se han vuelto de progresiva importancia en muchas áreas de producción alrededor del mundo. Los síntomas incluyen: la punta morada, marchitez de la punta morada, escoba de bruja, stolbur y amarillamiento del áster (Maramorosch 2011, pp. 85-86), adicional a esto Cuesta (2021, pp. 7-8) menciona los siguientes síntomas: enanismo, desarrollo anormal, las hojas superiores se enrollan, entre otras las ramas o tallos sobresalen, las hojas se torna amarillas o moradas, engrosamiento de los nudos del tallo, la distancia entre los nudos y los tallos se acortan, el tallo crece en zigzag, se forman tubérculos aéreos y la planta puede presentar una muerte temprana.

Según Caicedo (2015, pp. 3-5) afirma que varios son los mecanismos que utilizan los fitoplasmas para inducir la sintomatología de enfermedad. Las proteínas secretadas por fitoplasmas, o

denominados efectores, se predice que juegan roles importantes en las interacciones huésped-parásito y la patogenicidad, y causan síntomas de enfermedad (Sugio et al., 2011, p. 1256).

1.4.1. Origen y distribución

Según Moreno (2020, pp. 13-14) menciona que los fitoplasmas fueron descubiertos por Doi y otros en 1967 y fueron relacionados con los micoplasmas presentes en animales por su similitud morfológica y sensibilidad a los antibióticos del grupo de las tetraciclinas. La enfermedad es de importancia mundial y se encuentra distribuida en América, Europa, Asia y Oceanía (Rivadeneira, 2015, pp. 80-81). En Estados Unidos la enfermedad se presentó desde 1909 y se encuentra distribuida en los estados de Minnesota, Dakota del Norte y Dakota del Sur. En México, las primeras sintomatologías de la PMP se registraron en 1948, donde la enfermedad no tuvo gran impacto, sin embargo, en 1958 la enfermedad llegó a afectar cerca del 70% de la producción del cultivo de papa, mientras que en 1993 se redujo significativamente el rendimiento, y a la vez, se estableció que la enfermedad estaba presente en casi todos los estados del territorio mexicano (Almeyda, 2008, pp. 142-143).

1.4.2. Agente causal

Para Cuesta (2021, pp. 47-48), los agentes causales de la PMP son los fitoplasmas del género “*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*” perteneciente al grupo 16SrII y otro fitoplasma del grupo 16 SrI. Asimismo, Caicedo (2020, pp. 2-3), reporta la presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso) como agente causal de la denominada papa rayada o zebra chip, provocando así, una infección mixta o de manera individual por uno de estos patógenos. Igualmente, el mismo autor manifiesta que los fitoplasmas estarían asociados con los cicadélidos y a los saltones de hoja (psílidos) con la papa rayada, es decir, CLso con su vector *B. cockerelli*.

1.5. Fitoplasmas

Los fitoplasmas son consideradas bacterias fitopatógenas que carecen de pared celular, y estas a su vez, habitan en los elementos cribosos del floema en plantas hospederas y son transmitidos de una planta a otra por insectos que se alimentan de la sabia y pertenecen al orden Hemíptera. Asimismo, estas bacterias pleomórficas tienen diámetros menores a 1 μm , y genomas relativamente pequeños (680-1600 kb) en comparación con los de sus ancestros, bacterias con pared del grupo *Bacillus/Clostridium* (Himeno, 2014, pp. 3-5).

Los fitoplasmas que infectan sistémicamente la planta, se mueven a través de los poros de las láminas cribosas, extendiéndose a lo largo del sistema vascular de la planta (Sugio et al., 2011, p. 1258), es decir, por esta vía invaden cualquier tejido vegetal como raíces, hojas, tallos, ramas, brotes, frutos y parece ser, que incluso llegan a afectar a las semillas (Olivares, 2013, p. 4). De acuerdo con Crizon (2017, pp. 8-9), la incapacidad de los fitoplasmas para cumplir con los postulados de Koch restringía severamente el entendimiento de los roles de estos organismos en enfermedades de las plantas y en las interacciones fitoplasma/insecto/planta.

1.5.1. Clasificación taxonómica de los fitoplasmas

Dado que los fitoplasmas no se podían aislar y ser cultivados en medios artificiales, se creó en ellos una condición especial en la cual los taxónomos le dan una categoría de ‘*Candidatus*’ (Firrao, 2004, pp. 1245-1246) (Tabla 1-1).

Esta clasificación científica es un término formal que se coloca antes del género y la especie de una bacteria que no puede mantenerse en una "Colección de Cultivo Bacteriológico"; es decir, el estatus de ‘*Candidatus*’ se usa cuando una especie o género está bien caracterizado, pero no es cultivable artificialmente. Por este hecho, a partir del 2004 el nombre científico para referirse a los fitoplasmas es establecido como *Candidatus Phytoplasma* (Firrao, 2004, pp. 1247).

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica de la especie *Candidatus Phytoplasma*

Dominio	Bacteria
Phylum	Tenericutes
Clase	Mollicutes
Orden	Acholeplasmatales
Familia	Acholeplasmataceae
Género	<i>Candidatus Phytoplasma</i>

Fuente: NCBI, 2020.

1.5.2. Sintomatología causada por fitoplasmas

Al menos ocho cepas de fitoplasmas distintas han sido asociadas con enfermedades de punta morada de la papa alrededor del mundo. Los grupos de fitoplasmas más comunes causantes de la enfermedad son el amarillamiento del áster (16SrI-A y 16SrI-B), la escoba de bruja del maní (16SrII), proliferación del trébol (16SrVI-A), y stolbur (16SrXII-A) (Crizon, 2017, pp. 8-9).

1.5.3. Transmisión y movimiento de fitoplasmas en sus hospederos

La propagación de fitoplasmas está mediada por insectos, los cuales juegan un papel importante en la determinación del nicho ecológico de un determinado fitoplasma (Lee et al., 1998, pp. 1153-1155). Aproximadamente 200 especies de insectos han sido confirmadas como vectores de fitoplasmas, las cuales pertenecen al Orden Hemíptera, principalmente en el suborden Auchenorrhyncha; en familias como *Cicadellidae*, *Psyllidae*, *Cixiidae*, *Cercopidae*, *Delphacidae*, *Derbidae*, *Flatidae* (Jereijssen 2021, pp. 334-335), *Pentatomidae* y *Tingidae* (Pérez, 2018, pp. 13-14).

Los insectos fitófagos llegan a ser infectados por fitoplasmas en un proceso llamado adquisición por alimentación, esto ocurre cuando los vectores se alimentan del contenido citoplasmático de las células cribosas ricas en nutrientes, en donde, además, residen los fitoplasmas. El insecto al introducir su aparato chupador en el tejido vierte enzimas digestivas en las células cribosas del floema, para seguidamente absorber los nutrientes junto con los fitoplasmas presentes en el medio, asimismo, estos llegan al lumen intestinal después de la adquisición, para después, anidarse y consecuentemente reproducirse en las células epiteliales del intestino y en las células musculares adyacentes, que juntos conforman la ruta hacia la hemolinfa (Olivares, 2013, p. 22).

1.6. Candidatus Liberibacter solanacearum

Según Caicedo (2020, pp.5) afirma que en el cultivo de papa CLso es responsable de causar la enfermedad denominada “Zebra Chip” y provocar síntomas semejantes a los de punta morada de la papa (PMP). Además, esta bacteria afecta a otras especies de la familia *Solanaceae* originando varios síntomas, que en muchas de las veces llevan a la muerte de las plantas.

1.6.1. Clasificación taxonómica de Candidatus Liberibacter solanacearum (CLso)

Según el análisis filogenético del gen 16S rRNA a *Candidatus Liberibacter* spp. se le ha identificado como miembro de las bacterias, concerniente al grupo de las Alphaproteobacterias y se ha clasificado dentro de la familia *Rhizobiaceae* (Tabla 2-1), así como también comparte su ubicación junto a otros miembros del orden Rhizobiales como *Agrobacterium*, *Bartonella* y *Bradyrhizobium*. Además, la sintomatología de la enfermedad en los tubérculos ha provocado que los agricultores e investigadores adopten nombres comunes, tales como: Zebra chip, Zebra complex, papa rayada y papa manchada (IPPC, 2017, pp. 3-5).

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

Dominio	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Clase	Alphaproteobacteria
Orden	Rhizobiales
Familia	Rhizobiaceae
Género	<i>Candidatus Liberibacter</i>
Especie	<i>Candidatus Liberibacter Solanacearum</i>

Fuente: NCBI, 2020.

1.6.2. Sintomatología de CLso en el cultivo de papa

Los síntomas generados por CLso en cultivos de la familia solanácea, se hallan altamente relacionados con la disminución en la asimilación de nutrientes y reducción de la energía, esta inicia con la infección de la bacteria en el floema de la planta huésped y utiliza de esta sus fotosintatos para procesar azúcares y sustratos que le permiten mantenerse dentro del sistema (Lin et al., 2011, pp. 4-5).

De manera general, se ha visto que los síntomas causados por CLso presenta gran similitud a los producidos por los fitoplasmas, mismos que son retraso en el crecimiento, clorosis al follaje, enrojecimiento de hojas, enrollamiento (abarcamiento de los folíolos), entrenudos terminales acortados, nudos gruesos, producción de frutos pequeños y de baja calidad, o a su vez la producción se ve detenida (Lin et al., 2011, pp. 5-7).

1.7. Vectores potenciales de CLso y fitoplasmas

Especies de psílidos transmiten patógenos bacterianos del género ‘*Candidatus Liberibacter*’, pero el psílido *Bactericera cockerelli* es el trasmisor de CLso en América. Es así que, estudios de la relación del psílido con la bacteria en Estados Unidos, afirman que son los causantes de la enfermedad “zebra chip” o para rayada (Munyaneza & Henne, 2013, p. 66) y el enverdecimiento de las venas principales de las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum spp.*) (Vallejo, 2020, pp. 42-43). Además, Huang et al., (2020, pp. 1380-1382) sostienen que los patógenos como CLso y *phytoplasma sp* residen en el tejido vascular de la planta y son transmitidos por insectos vectores perforadores-chupadores que han desarrollado estrategias sofisticadas para interactuar con hemípteros, específicamente los psílidos.

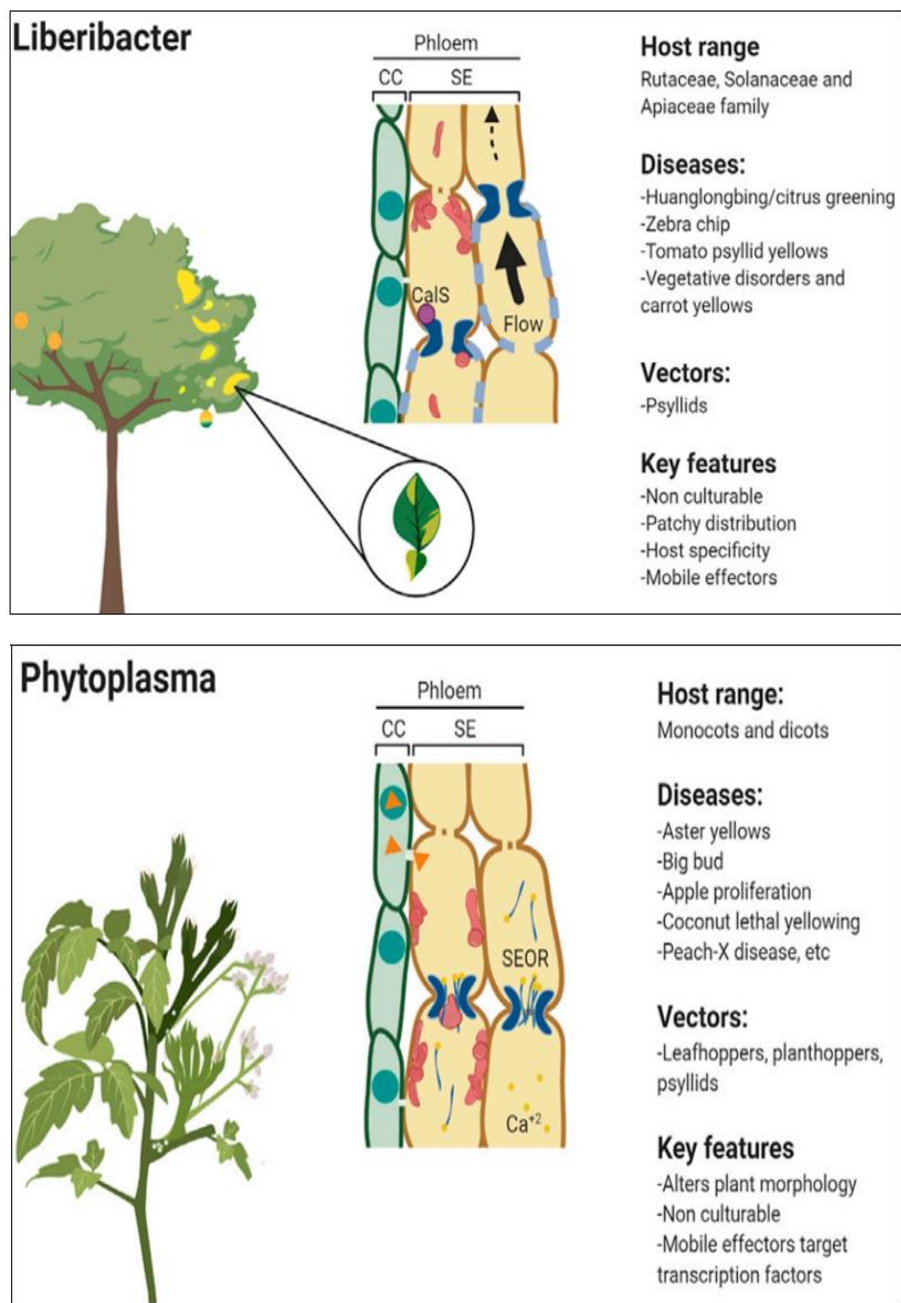


Figura 2-1. Enfermedades bacterianas transmitidas por vectores que persisten en los tejidos vasculares.

Fuente: Huang, 2020, p. 1382.

Por otra parte, Cooper (2014, p. 10) a través de un estudio de disección al psílido de la papa, demostró que Liberibacter se hospeda en cuatro áreas específicas del insecto, y estas son: la hemolinfa (sangre), el intestino, los bacteriomas o micetomas (órganos donde residen las bacterias simbióticas) y las glándulas salivales (aparato bucal interno y trasmisor de enfermedades durante la alimentación). Figura 3-1.

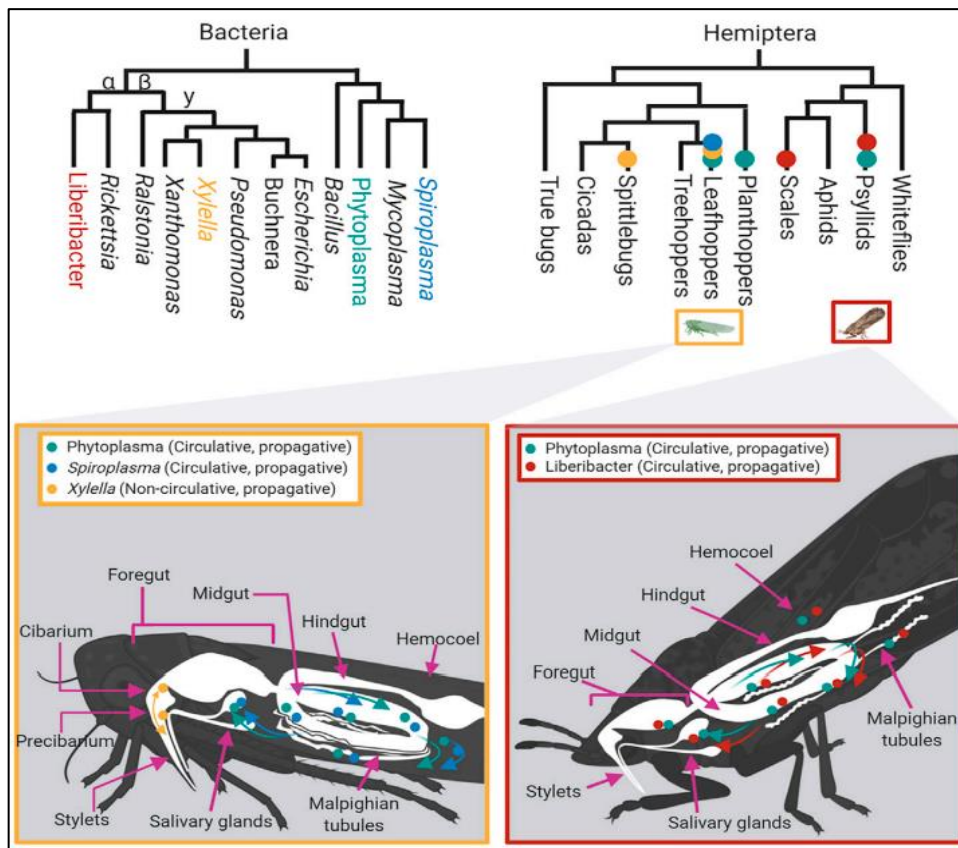


Figura 3-1. Localización bacteriana propagativa circulante y no circulante en vectores a través de la perspectiva de relaciones filogenéticas.

Fuente: Huang, 2020, p. 1382.

1.8. *Bactericera cockerelli*

Este insecto es conocido como el psílido de la papa y tomate, fue descrito en 1909 por Sulc y originalmente lo conocían como *Trioza cockerelli* (Reyes, 2021, pp. 1416-1417). Además, se encuentra ampliamente distribuido por América y afecta el cultivo de papa causando pérdidas económicas de hasta el 80% de la producción (Reyes, 2021, p. 1417).

Para su control se invierte altos recursos económicos, aunque en la mayoría de los casos con poca eficiencia, ya sea por desconocimiento de la distribución espacial del insecto, el ciclo biológico o los hábitos de la plaga, además, la impericia de los mecanismos de acción de los insecticidas y la falta de conocimiento técnico para su aplicación (Ramírez, 2013, pp. 17-18).

1.8.1. Taxonomía de *Bactericera cockerelli*

Según el centro nacional de información biotecnológica (NCBI, 2020, p. 1), describe a *Bactericera cockerelli* dentro de la taxonomía que se detalla en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Clasificación taxonómica de *Bactericera cockerelli* Sulc.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemíptera
Suborden	Homóptera
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Triozidae
Género	<i>Bactericera</i>
Especie	<i>Cockerelli</i>
Nombre científico	<i>Bactericera cockerelli</i> S.
Nombre común	Psílido del tomate y papa

Fuente: NCBI, 2020.

1.8.2. Ciclo biológico

Para Moreno (2020, pp. 13-14) el ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* fluctúa entre 45 a 60 días, el estado de huevo varía entre 3.8 - 5 días, el estado ninfal oscila entre 19.1- 23.8 días, el estado adulto las hembras pueden llegar a vivir 38 días y el macho 22 días. El psílido de la papa tiene tres etapas de desarrollo bien definidas: huevo, ninfa y adulto (Cuesta, 2021, pp. 7-8). Su apariencia es similar a la de un pulgón y en algunas ocasiones le confunden con el saltón de hojas. El ciclo biológico se detalla en la Figura 4-1.

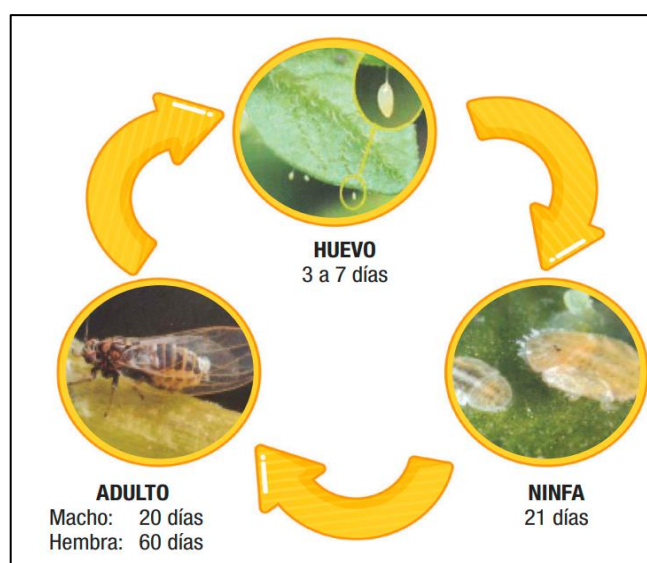


Figura 4-1. Ciclo biológico de *B. cockerelli* S.

Fuente: Cuesta, 2021, p. 7.

1.8.3. Etología

El psílido en sus estados de ninfa y adulto se alimenta del floema de la planta, por lo habitual las ninfas se desarrollan en el envés de las hojas, peciolo y tallos (Ramírez, 2013, p. 11). Los adultos de *Bactericera cockerelli* poseen la capacidad de penetrar la epidermis de las hojas con su aparato bucal chupador- succionador, su estilete llega hasta las células del parénquima del floema que es el lugar donde se alimenta (Huang, 2020, p. 1382).

1.9. Mecanismos de defensa del huésped.

En el sistema inmunológico de las plantas, los receptores de reconocimiento de patrones (PRR) se han desarrollado para reconocer compuestos microbianos, llamados patrones moleculares asociados a patógenos o microbios (PAMP o MAMP) (Zipfel, 2009, pp. 415-416). Asimismo, las plantas también responden a señales endógenas que son derivadas de plantas que han sido invadidas por patógenos, llamados patrones moleculares asociados al daño (DAMP).

El reconocimiento de patrones se traduce en primera instancia como línea de defensa llamada inmunidad activada por PAMP, que mantiene a límite la mayoría de los posibles invasores. Sin embargo, los patógenos que logran minimizar la estimulación inmune del huésped, utilizan moléculas efectoras de virulencia para eludir esta primera línea de defensa (Zipfel, 2009, p. 420). A su vez, las plantas han adquirido una segunda línea de defensa en donde las proteínas receptoras de resistencia (PR) intervienen en el reconocimiento de moléculas efectoras específicas del atacante, lo que da como resultado una inmunidad activada por efectores (ETI) (Dodds, 2010, p. 541).

La ETI es una expresión de resistencia gen por gen, que a menudo es acompañada de la muerte celular programada en el sitio de infección, esta previene más el ingreso de microorganismos biotróficos que progresan en el tejido vivo del huésped (Berendsen, 2012, p. 481). Además, la aparición de la ETI desencadena una resistencia inducida en tejidos distales del sitio de infección que involucra una o más señales de larga distancia que propagan una capacidad defensiva mejorada en partes de la planta que aún no están dañadas. Esta forma de resistencia inducida por patógenos se conoce por lo general como resistencia sistémica adquirida (RSA) y le confiere a la planta mayor resistencia a un amplio espectro de patógenos (Zipfel, 2009, p. 420). Al igual que con el sistema de reconocimiento de patógenos, las plantas también reconocen insectos herbívoros y, quizá a través de un concepto de señalización similar.

1.9.1. Resistencia sistémica adquirida (RSA).

Para Hernández (2017, pp. 17-34), la resistencia sistémica adquirida se refiere a un estado de defensa que se activa en toda la planta después de la infección primaria por patógenos que causan daño en el sitio de infección. Asimismo, la RSA es una respuesta inmune de las plantas que proporciona una protección duradera contra las infecciones por un amplio espectro de fitopatógenos (Lim, 2020, p. 19). Para Kumar et al., (2019, pp. 48-49) la RSA es fisiológicamente activada durante la formación de una lesión necrótica, ya sea como parte de la respuesta hipersensible (HR) o como síntoma de la enfermedad, dando como resultado el desarrollo de un amplio espectro de resistencia contra patógenos.

1.9.2. Resistencia sistémica inducida (RSI).

La resistencia sistémica inducida (RSI) surgió como un mecanismo muy relevante por el cual las bacterias y hongos que promueven el crecimiento de las plantas preparan todo el cuerpo de la planta para mejorar la defensa contra una amplia gama de patógenos e insectos herbívoros. Una amplia variedad de mutualistas asociados a raíces, incluidos *Pseudomonas spp*, *Bacillus spp*, *Trichoderma spp*, y las especies de micorrizas sensibilizan el sistema inmunológico de las plantas para mejorar las defensas sin activar directamente las costosas defensas (Pieterse, 2014, pp. 348-349). Las plantas inducidas muestran un aumento en la expresión de una batería de genes relacionados con la defensa y están preparados para una defensa temprana y reforzada. Molecularmente la RSA se caracteriza por el aumento de expresión de un gran número de genes relacionados con la patogénesis (genes - PR) (Tripathi et al., 2019, p. 48). Del mismo modo, se asocia a menudo con niveles elevados de ácido salicílico que coordinan la activación de genes relacionados con la patogénesis, que usualmente se lo conoce como resistencia.

1.10. Ácido salicílico (SA)

El ácido salicílico (SA) es un metabolito secundario que desempeña un papel vital en una serie de respuestas fisiológicas, incluida la defensa de las especies cultivables. El SA constituye un papel crítico en las respuestas de defensa y un rol crucial en la defensa a través de cascadas de señalización (Diaz, 2012, pp. 259-260) y de procesos biológicos tales como crecimiento de células vegetales, germinación y desarrollo de semillas, termotolerancia, respiración, apertura de estomas, senescencia de las hojas y, en papa actúa como promotor de la tuberización (López, 1997, pp. 75-76) Además, el SA en las plantas regula los mecanismos de resistencia a enfermedades locales, incluida la muerte de la célula huésped y la expresión de genes de defensa, como la SAR (Vlot et al., 2009, pp. 178-179).

La resistencia sistémica adquirida (RSA) es una respuesta dependiente del SA. Por lo que, Según GAO (2015, pp. 6-7), manifiesta que este es un mecanismo de señalización de larga distancia que proporciona un amplio espectro y una resistencia duradera a las infecciones secundarias en toda la planta.

La rápida producción de H_2O_2 (estallido oxidativo) después del tratamiento con elicitores en plantas huésped (compuestos inductores de respuestas de defensa en la planta) o tras la inoculación con patógenos avirulentos, puede actuar como un desencadenante local de la muerte celular programada (Levine, 1995, p. 583). De acuerdo con Crizon (2017, pp. 31-32), la aplicación exógena de SA a concentraciones no tóxicas puede regular el estrés biótico y abiótico. De esta manera, la aplicación de SA o ácido acetil salicílico (ASA) induce la expresión de genes relacionados con la patogénesis (PR) que promueven la resistencia contra distintos patógenos virales, fúngicos y bacterianos en diversidad de monocotiledóneas y dicotiledóneas.

1.10.1. Tratamiento con ácido salicílico en papa

La importancia del ácido salicílico en la defensa basal de la papa frente al ataque de patógenos y herbívoros ha sido estudiada durante los últimos años. Además, el SA ha llegado a considerarse como la hormona de inmunidad clave en las plantas. En un estudio realizado de papa con síntomas de punta morada se determinó que el ácido salicílico asperjado a una concentración de 0.001 mM, activó la respuesta de plantas con síntomas típicos de PMP en el estado de México. El tratamiento con AS redujo los síntomas de la infección, favoreció la translocación de fotosintatos e incrementó en la calidad de los tubérculos (López, 1997, p. 77).

1.11. Fosfitos de potasio

Los fosfitos de potasio son oxianiones derivados del ácido fosfórico ($H_3PO_3^-$), son empleados como una alternativa para el control de fitopatógenos y su eficiencia de control se ha comprobado contra los protozoarios, hongos, bacterias, oomycetes y nematodos (Yáñez, 2018, p. 80), asimismo, se ha demostrado que los fosfitos suprimen algunas enfermedades en diferentes especies de plantas (Shearer & Grúa, 2011, p. 47).

En el sistema el ion fosfito se transporta en las plantas vía xilema y floema, por lo que se ha utilizado en aplicaciones directamente a la raíz, tratamientos a semillas, en riego por goteo combinado en la solución nutritiva foliares e incluso en drench a toda la planta (Yáñez, 2018, p. 80).

El modo de acción implicado en el efecto de los fosfitos de potasio son varios e incluyen la estimulación de los mecanismos de defensa estructural y bioquímica en las plantas. La acción directa de este elicitor restringe el crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos fitopatógenos (Yáñez, 2018, p. 88). En tanto que, por acción indirecta (biocida) activa los mecanismos bioquímicos (producción de fitoalexinas, proteínas relacionadas con la patogénesis, etc.) y estructurales de defensa que limitan la penetración y supervivencia de los patógenos en la planta (inductor de defensa de la RSA) por efecto del ácido fosforoso.

Por otra parte, los fosfitos de potasio han sido considerados como inductor de la RSA, misma que consiste en un mecanismo desarrollado por las plantas para protegerse de microorganismos fitopatógenos y de insectos plaga (Daniel, 2006, pp. 194-195).

1.12. Manejo biológico de fitopatógenos

Para poder alimentar a una población creciente y proteger la producción de plagas, enfermedades y demás problemas, se acude al uso de pesticidas de origen sintético (FAO, 2013, p. 2). Estos insumos se convierten con mayor frecuencia en una opción única de sanidad vegetal. Sin embargo, la contaminación ambiental, causada por el uso erróneo y excesivo de agroquímicos, los problemas de resistencia de patógenos a las moléculas de síntesis química, y las exigencias de mercados de productos limpios de plaguicidas, ha llevado a considerables cambios en la actitud del consumidor hacia el uso de pesticidas (Hoyos, 2011, p. 2-3).

1.12.1. Regulación biológica

Lugtenberg (2009, pp. 541-545), define a la biorregulación como la interacción compensatoria entre especies que producen estabilidad en un ecosistema, de esta manera, está relacionada con las poblaciones, el equilibrio, las interacciones y los momentos de acción y aplicación oportunos de un organismo específico sobre las plantas.

La producción de sustancias inhibidoras de patógenos ha sido el mecanismo más importante y es hacia dónde se dirigen la mayoría de las pruebas *in vitro* y pruebas en campo, entre los mecanismos más comunes se encuentran la antibiosis, enzimas líticas, hipovirulencia, competencia rizosférica y favorecimiento de la planta (Berg, 2007, p. 15). Ante a un ataque patogénico, sea causado por hongos, bacterias, virus o condiciones ambientales adversas, las plantas reaccionan con una amplia gama de respuestas de defensa y más aún cuando se inducen en presencia de agentes de biocontrol, entre estos se encuentran los géneros *Trichoderma*, *Bacillus* y *Pseudomonas* (Kurioka, 2013, p. 33).

1.13. *Trichoderma*: Especialidad, variabilidad y uso

Se conoce que, en presencia de microorganismos benéficos, las plantas estresadas por patógenos se someten a una reprogramación parcial o completa de sus vías metabólicas involucradas en los procesos de señalización de defensa para activar las vías relacionadas con la patogénesis, es decir, su sistema de defensa en contra del patógeno (Hoyos, 2011, p. 25). Según Lorito et al., (2015, pp. 346-347) mencionan que *Trichoderma sp.* son organismos comunes del suelo y producen compuestos que inducen la resistencia sistémica o localizada, característica que manifiesta su falta de patogenicidad en las plantas (Harman, et al., 2004, p. 43).

El género *Trichoderma* como tal, en simbiosis es una fuente rica de compuestos bioactivos que utilizan las plantas. Se ha reportado que estos microorganismos producen alrededor de 250 enzimas y metabolitos secundarios, no obstante, solo una cantidad de estos se asocia comúnmente a una sola cepa (Lorito et al., 2015, p. 348). Algunos de los compuestos que brindan ciertas cepas son: metabolitos solubles en agua como el ácido harcianico, compuestos volátiles, etc., (Keswani et al., 2013, pp. 533-534).

Diversos ensayos han demostrado el uso de este microorganismo a nivel de campo está asociado con la activación de las vías de la resistencia sistémica adquirida, la resistencia sistémica inducida o incluso de las dos, esto dependerá mucho de la cepa que se utilice y de las condiciones en las que se aplique el mismo (Lorito et al., 2015, pp. 348). Sin embargo, el mecanismo de activación de la inmunidad (azúcares, proteínas y metabolitos secundarios) aún no está totalmente demostrado.

La participación de los metabolitos secundarios, de los MAMP y juntamente con los efectores reconocidos por receptores vegetales específicos, se los conoce como elicitores o también denominados hormonas relacionadas con la defensa (Martínez, 2013, pp. 2-3). Por su parte Buysens, (2016, pp. 137-138) afirma que la aplicación de microorganismos benéficos antes de la siembra (drench) y con cultivos de cobertera aumenta la productividad en el cultivo de papa. Por otra parte, los géneros *Trichoderma sp.* y *Bacillus sp.* en la actualidad se consideran las herramientas biológicas más utilizadas dentro del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), no obstante, otros agentes de control biológico (BCA) y los microorganismos promotores de crecimiento vegetal (PGPM) también se aplican ampliamente para producir alimentos inocuos.

1.14. Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR)

Las Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) son microorganismos que se encuentran en la rizosfera donde su actividad metabólica es inducida por la presencia de exudados

radiculares (Wozniak et al., 2019, p. 3), asimismo, entre las que se mencionan a *Bacillus spp*, *Pseudomonas spp* y *Azospirillum spp*, por lo que, el término PGRP hace referencia a un aspecto funcional, mas no a un aspecto taxonómico (Hoyos, 2011, p. 9).

1.14.1 *Bacillus subtilis*

El género *Bacillus* se caracteriza por su capacidad antagonista y ambientalmente ubicua, que se usa por lo general en el manejo y control de enfermedades. Esta especie coloniza la parte radicular y protege a las plantas antes y después de la infección por agentes patógenos (Hoyos, 2011, p. 102). Según Wang (2019, p. 652), la cepa de *B. subtilis* V26 estimuló la supresión significativa (disminución en la incidencia de la enfermedad) de la costra radicular (cancro) común de la papa en comparación a los controles no tratados con esta especie.

Los efectos benéficos de *B. subtilis* sobre las plantas ocurre en dos vías, la primera es la biofertilización (promoción de crecimiento vegetal) y la segunda como biocontrolador. Con respecto, a la primera vía, los beneficios incluyen el aumento del porcentaje de emergencia y/o germinación, desarrollo radicular, tolerancia a estrés abiótico e incremento en la productividad (Hoyos, 2011, p. 110). De esta manera, ciertas especies emiten compuestos volátiles que provocan un grado de resistencia sistémica inducida en las plantas.

Por lo que según Yi HS (2016, pp. 4-5), indica que algunas cepas de *B. subtilis* exudan metabolitos como el 2,3-butanodiol, mismo que induce la expresión de genes relacionados con la patogénesis (PR). Asimismo, se reporta como evidencia que la inducción de mecanismos de resistencia también se activa por la presencia de *Bacillus spp*. esto contra hongos, nematodos y bacterias fitopatógenas.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Ubicación en campo

El proyecto de investigación se implementó en la Asociación de productores agropecuarios de Rumipamba (ASOPROARUM); en un lote de 750 m², ubicada en la parroquia Uyumbicho, juntamente con la unidad de transferencia de tecnología de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, ubicada en la parroquia Uyumbicho, cantón Mejía, provincia de Pichincha.

2.1.2. Ubicación geográfica

Tabla 4-2: Coordenadas geográficas UTM del experimento.

Descripción	Valor
X:	-0.39693
Y:	-78.543372
Altitud:	2700 m

Fuente: INAMHI, 2020.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.1.2.1. Condiciones agroclimáticas

Tabla 5-2: Condiciones agroclimáticas del sitio experimental.

Descripción	Valor
Temperatura máxima anual	22 °C
Temperatura mínima anual	7 °C
Precipitación anual	1302
Temperatura promedio anual	13.9

Fuente: INAMHI, 2018.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.2. Materiales

2.2.1. Material biológico

La cantidad de tubérculo - semilla requerida para el ensayo se obtuvo de procedencia: agricultor, categoría seleccionada, variedad Superchola (cultivo con antecedentes de PMP), de la Organización el Porvenir de Romerillos de Pucará de Aychapicho, parroquia Alóag, del cantón Mejía.

2.2.2. Elicidores

2.2.2.1. Biológicos

- *Trichoderma harzianum* (cepa comercial)
- *Bacillus subtilis* (cepa comercial)

2.2.2.2. Químicos

- Ácido salicílico (SA) 99,5 %
- Fosfito de K + SA (PK-PLUS)

2.2.3. Material de campo

Estacas, baldes plásticos de 10 litros, tanque de 200 litros, piola plástica, balanza, bomba de mochila, flexómetro, sacos de 50 Kg, probeta de vidrio, jeringuillas, cámara fotográfica, azadones, calibrador, equipo de protección (EPP), rótulos e identificación de las unidades experimentales.

2.2.4. Productos biorracionales para el MIPE

Insecticidas (extractos y repelentes botánicos), fungicidas (antagonistas y entomopatógenos), coadyuvantes (adherentes botánicos).

2.2.5. Materiales de oficina

- Lápiz
- Esfero gráfico

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Marcadores
- Hojas de papel bond
- Libro de campo

2.2.6. *Materiales de fritura*

- Aceite
- Toallas de papel
- Bandejas plásticas
- Termómetro apreciación 0,1 °C
- Tarjetas de identificación
- Hojueladora
- Extractor de vapor
- Pelador manual
- Cuchillo

2.3. Métodos

2.3.1. *Croquis del ensayo*

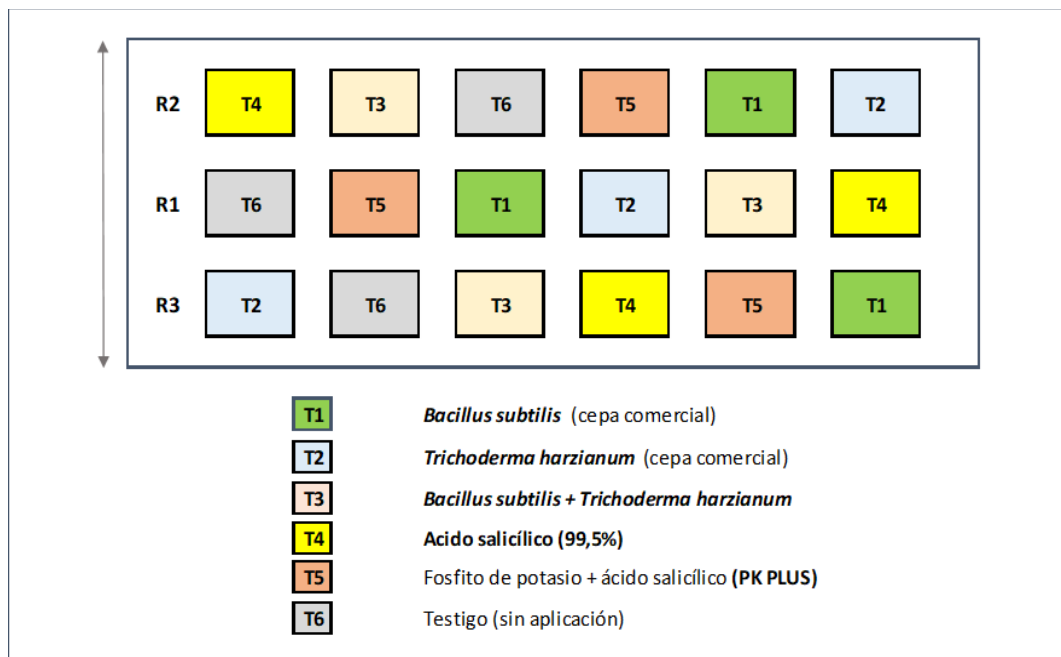


Figura 5-2. Croquis de la experimentación.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.3.2. *Tratamientos en estudio*

Los tratamientos del ensayo se describen en la siguiente Tabla 6-2.

Tabla 6-2: Tratamientos en la Evaluación de dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola. Mejía, Pichincha, 2021.

Tratamientos	Descripción	Dosis y aplicación ¹
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	5 cc /L; cada 15 días (aplicación foliar); 10 aplicaciones/ciclo del cultivo
T2	<i>Trichoderma harzianum</i> (cepa comercial)	5 cc /L; cada 15 días (aplicación foliar), 10 aplicaciones/ciclo del cultivo
T3	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	2,5 cc /L/ microorganismo; cada 15 días (aplicación foliar), 10 aplicaciones/ciclo del cultivo
T4	Ácido salicílico	0,001 mM; cada 15 días (aplicación foliar), 10 aplicaciones/ciclo del cultivo
T5	Fosfito de K (20% P ₂ O ₅ ; 16% K ₂ O; & 3% SA)	3 cc/l cada 15 días (aplicación foliar), 10 aplicaciones/ciclo del cultivo
T6	Testigo	Manejo INIAP; sin aplicación

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.3.3. Factores en estudio

2.3.3.1. Activadores de resistencia (Elicitores)

E.1: *Bacillus subtilis* (aplicación al follaje)

E.2: *Trichoderma harzianum* (aplicación al follaje)

E.3: *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum* (aplicación al follaje)

E.4: Ácido salicílico SA (aplicación al follaje)

E.5: Fosfito de potasio (20% P₂O₅; 16% K₂O; 3% SA) – (aplicación al follaje)

2.3.4. Unidad experimental

La unidad experimental (UE) estuvo constituida por una parcela de 28 m² con cinco surcos de 5 m distanciados por 1,4 m y establecida por 85 sitios de siembra. La parcela neta estuvo constituida por los tres surcos centrales y se eliminó una planta de los extremos de cada surco para evitar el efecto borde, además, de estos tres surcos fueron designadas 5 plantas muestras al azar (variable dinámica poblacional), tal como lo muestra en la Tabla 7-2.

¹ La aplicación se inició a los 15 días después de la emergencia del cultivo hasta los 160 dds.

Tabla 7-2: Especificaciones de la UE en la Evaluación de dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola, Mejía, Pichincha, 2021.

Especificaciones	Observaciones
Área de la parcela total por tratamiento	28 m ² (5m x 4.2 m)
Área de parcela neta	12.32 m ² (4.4 m x 2.8 m)
Distancia de siembra	0.3 m entre plantas, 1.40 m entre surcos
Ancho de calles	1.40 m entre repeticiones y 1,0 m entre tratamientos
Número de surco por parcela	5
Número de plantas por surco	17
Número de plantas por parcela	85
Número de plantas por parcela neta	45
Número de tubérculos por sitio	2
Número de tubérculos por surco	34
Número de tubérculos por parcela	170

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.3.5. *Diseño experimental*

Para el ensayo se estableció un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. En la tabla 8-2 se presenta el esquema del análisis del ANOVA usado en la investigación.

2.3.6. *Análisis de varianza*

El esquema del análisis de varianza se presenta en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2: Esquema del análisis de varianza en la investigación.

Fuentes de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	$rt - 1$	17
Tratamientos	$t - 1$	5
Repeticiones	$r - 1$	2
Error	$(rt - 1) - [(t - 1) + (r - 1)]$	10

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.3.7. *Análisis funcional*

A las variables que presentaron significancia estadística se realizó pruebas de separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%, y para las no significativas se empleó un cuadro de promedios.

2.4. Variables y métodos de evaluación

2.4.1. *Porcentaje de emergencia*

Los datos de emergencia fueron evaluados a los 30 y 40 días después de la siembra, para ello se contabilizaron las plantas emergidas en la parcela neta y se relacionó con los tubérculos sembrados, los resultados se expresan en porcentaje (Punina, 2013).

2.4.2. *Vigor de la planta*

Esta variable se evaluó en 20 plantas de la parcela neta, a los 60 y 80 días después de la siembra tomando en cuenta aspectos cualitativos (Tabla 9-2), en base a la escala propuesta por Cuesta et al., (2020, pp. 34-35) para determinar el vigor de la planta cuando es atacada por PMP.

Tabla 9-2: Escala del vigor en plantas tratadas con dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, variedad. Superchola, Mejía, Pichincha, 2021.

Escala	Estado	Descripción
1	Muy débil	Todas las plantas son pequeñas (< 20 cm), pocas hojas, plantas débiles, tallos muy delgados y/o color verde claro.
3	Débil	75% de las plantas son pequeñas (< 20 cm) o todas las plantas son entre 20 y 30 cm, las plantas tienen pocas hojas, tallos muy delgados y/o color verde claro.
5	Intermedio	Intermedio o normal.
7	Vigoroso	75% de las plantas tienen más de 50 cm, robustas, con follaje color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy desarrolladas.
9	Muy vigoroso	Todas las plantas son de más de 70 cm y la cobertura del suelo es completa. Las plantas son robustas, con tallos gruesos y abundante follaje color verde oscuro.

Fuente: Cuesta, 2015, p. 35.

2.4.3. Incidencia de la Punta Morada de la Papa

El seguimiento se realizó a partir del primer síntoma característico de punta morada en todo el experimento, además, se evaluó cada 15 días y se contabilizó las plantas afectadas de la neta. Para identificar la sintomatología de una planta enferma se tomó en cuenta a lo mencionado por Cuesta et al., (2021, p. 5), quien describe; coloración amarilla o morada en el tejido más joven de la planta, ramificaciones a manera de escoba de bruja, tallos con abultamiento de los nudos, enanismo, crecimiento en zigzag de los tallos, asimismo, la emergencia de tubérculos aéreos y la planta incluso puede presentar una muerte temprana.

2.4.4. Severidad de la Punta Morada de la Papa

Para la severidad de la enfermedad se utilizó como referencia la escala propuesta por Hernández (2006, p. 4), modificada de acuerdo con la sintomatología de PMP observada en campo (Tabla 10-2). Con estos datos se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC, por sus siglas en inglés).

Para determinar el AUDPC o ABCPE de la enfermedad se utilizó la consiguiente fórmula:

$$ABCPE \text{ o } AUDPC = \sum_{i=1}^n \frac{(X_{i+1} + X_i)}{2} * (T_{i+1} - T_i)$$

Dónde: X_i = porcentaje de severidad en la observación i ,

$(T_{i+1} - T_i)$ = tiempo en días entre dos lecturas, n = número total de observaciones.

Tabla 10-2: Escala de severidad para el AUDPC de PMP

%	Nivel de daño	Sintomatología ²
0	1	No se observa síntomas de la enfermedad.
25	2	Síntomas leves: Ligero arrugamiento (abarcamiento) de la hoja, ligero amarillamiento en las puntas de las hojas (empieza en el ápice de la planta), y si el cultivo está en etapa de floración las inflorescencias presentan inicios de deformaciones.
50	3	Síntomas intermedios: Arrugamiento (abarcamiento) de la hoja más pronunciado, amarillamiento más pronunciado en las puntas de las hojas y plantas amarillentas y en las mismas apareamiento de tonalidad morado (lila) en la punta de las hojas (empieza en el borde de la hoja), engrosamiento de los

² Escala complementada por Paucar (2019)

75	4	tallos y entrenudos acortados, inicio de la proliferación de brotes anormales de las yemas axilares, tallos en zigzag, en las inflorescencias aparecen filodias, en algunos casos los tallos se alargan
100	5	<p>Síntomas severos: Hojas totalmente arrugadas, hojas de tonalidad morada y amarillenta y plantas totalmente amarillentas, tubérculos aéreos, brotes en forma de escobas de brujas.</p> <p>Síntomas muy severos: marchitez de la planta con un tono amarillo a morado severo, necrosis del tallo y muerte de la planta.</p>

Fuente: Hernández, 2006, p. 4.

2.4.5. Población del psílido *Bactericera cockerelli* S.

En cuanto a la dinámica poblacional de *B. cockerelli*, se consideró evaluar semanalmente cinco plantas seleccionadas al azar de la parcela neta por cada tratamiento. Además, la expresión de esta variable fue mencionada en número de huevos y ninfas por planta. Para el monitoreo se empleó un estereoscopio manual que permitió observar y contabilizar la presencia de huevecillos y ninfas en los estratos superior e inferior de la planta. Asimismo, hay que recalcar que el psílido es una plaga de la zona causante de patologías relacionadas a PMP.

2.4.6. Rendimiento

Para la determinación del rendimiento, se cosechó las plantas de la parcela neta por tratamiento, posteriormente se registró el peso y el número de tubérculos y se expresó en kilogramos por parcela neta. De la misma manera, se clasificó los mismos de acuerdo con la escala propuesta por Cuesta et al., (2014, p. 56) y el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos del INIAP (Tabla 11-2). Los datos del rendimiento fueron extrapolados y expresados en toneladas por hectárea.

Tabla 11-2: Categorías del tubérculo (peso) en plantas tratadas con dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, variedad Superchola.

Tamaño	Peso en gramos
Gruesa	Mayor a 100
Primera	70 a 100
Segunda	40 a 70
Tercera	< 40- 25
Cuarta o cuchi	< 25

Fuente: Cuesta, 2014, p. 63.

2.4.7. Presencia del fitoplasma en plantas hijas del tubérculo-semilla

En cuanto a la variable presencia o ausencia del fitoplasma esta se evaluó después de la cosecha, puesto que se tomó un subconjunto de tubérculos por cada tratamiento de plantas sintomáticas, seguidamente estos se sembraron para obtener plantas hijas y finalmente las resultantes fueron llevadas al análisis de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) con primers específicos.

2.4.8. Prueba de fritura (calidad)

La evaluación se realizó al finalizar la cosecha, para esto se tomó en cuenta el protocolo del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (PNRT) del INIAP (Cuesta, 2015, p. 43); en el cual indica que se debe seleccionar cinco tubérculos de 1^{ra} y 2^{da} categoría por tratamiento. Seguidamente se realizó el lavado, pelado y los respectivos cortes de aproximadamente 2 mm de grosor, para después seleccionar diez hojuelas en óptimas condiciones (sin daños mecánicos, ni rajaduras, picaduras de insectos, etc.), mismas que se sometieron al lavado, con el objeto de eliminar el almidón superficial y finalmente la fritura a 170 °C.

La escala visual descrita por Harrison (2019, p. 4) empleada en la experimentación, valoró el porcentaje de material deseable e indeseable (Tabla 12-2 y Figura 6-2).

Tabla 12-2: Escala de valoración del test del manchado en la evaluación de dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, variedad Superchola.

Niveles	Descripción
0	Sin defecto vascular
1	Papa sin ninguna mancha
2	Papa con ligero pardeamiento marrón en forma de pequeños puntos
3	Papa con pardeamiento marrón empezando a formar un anillo
4	Papa con manchas marrón oscuro distribuidos en todo el tubérculo
5	Papa totalmente manchada

Fuente: Harrison, et al., 2019, p. 4.



Figura 6-2. Escala visual de la sintomatología de Zebra Chip (CLso) en la Evaluación de 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.

Fuente: Harrison, et al., 2019, p. 4.

2.4.9. Análisis Económico

El análisis financiero o económico de los tratamientos se realizó identificando los costos de los insumos para el establecimiento del ensayo (preparación del terreno, labores culturales, etc.) que correspondieron a los costos directos. Adicional a esto, el análisis se ejecutó utilizando la tasa de retorno marginal propuesta por el CIMMYT (1998, pp. 22-27), que calcula la ganancia (porcentaje) por cada unidad monetaria invertida (USD).

Además, se registró el precio oficial del quintal de papa en el mercado por tamaño y se calculó el Beneficio Bruto (BB), multiplicando el rendimiento total por tamaño y por el precio.

$$BB = Rendimiento (qq) \times Precio (mercado)$$

Luego se calculó el Beneficio Neto (BN), restando el Beneficio Bruto (BB) menos los Costos Directos por tratamiento:

$$BN = Beneficio Bruto (BB) - Costos Directos$$

Por último, con los datos obtenidos se calculó la Tasa Marginal de Retorno, dónde:

$$TAMAR = \frac{Beneficio Neto}{Costos Directos} \times 100$$

2.5. Análisis estadístico

Para determinar la normalidad de las variables se utilizó la prueba de Shapiro Wilks al 5%, una vez evidenciada la normalidad de los datos se realizó los análisis de la varianza y se estimaron con una significancia de 0,05; 0,01 y 0,001, para así realizar la prueba de diferenciación de medias DMS 5%. Todos los cálculos se realizaron con el software Infostat versión estudiantil 2020.

2.6. Manejo del cultivo

El manejo del cultivo se realizó de acuerdo con la información generada por el Núcleo de transferencia de tecnología en el rubro papa de la EESC del INIAP.

2.6.1. Selección del lote

Se estableció un lote en la hacienda de la asociación de pequeños productores de Rumipamba ASOPROARUM, de la parroquia Uyumbicho, Cantón Mejía, Pichincha.

2.6.2. Preparación del terreno y delimitación de parcelas

La preparación del suelo se ejecutó de forma mecánica, después de la labor de arada en toda la superficie establecida para el ensayo, se recolectó una muestra compuesta del suelo para realizar el análisis físico, químico y biológico. Transcurridos 15 días se realizó la labor de rastra para cerciorar la descomposición de residuos vegetales y evitar posibles problemas fitosanitarios. Posteriormente a los 10 días de la labor de rastra se trazó los surcos tomando en cuenta las especificaciones de la unidad experimental de la Tabla 7-2 y de acuerdo con el croquis establecido, además se realizó la medición y trazado del experimento.

2.6.3. Recomendación de fertilización edáfica

La recomendación de fertilización edáfica para el cultivo de papa en Andisoles y en base al análisis químico de suelos se sintetiza en la (Tabla 13-2).

Tabla 13-2: Dosis de fertilización recomendada en el experimento.

Análisis del suelo ³	kg/ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Bajo	150 – 200	300 – 400	100 - 150	20 - 30
Medio	100 – 150	200 – 300	60 – 100	10-20
Alto	50 - 100	100 – 200	30 – 60	0 – 10

Fuente: Valverde & Alvarado, 2009, p. 9.

La nutrición se ajustada en base a estudios en los que se observaron una dosis óptima económica (DOE) de 140 kg/ha y una dosis óptima fisiológica (DOF) de 160 kg/ha para la fertilización nitrogenada (Valverde & Alvarado., 2009, p. 9). Para el P, la respuesta del rendimiento del cultivo a niveles de fertilización fosfatada indica que la DOE es de 240 kg/ha y la DOF es de 325 kg/ha. Con respecto al K, Valverde et al., (2013, p. 1) mencionan que no se ha encontrado respuesta

³ Según el análisis de suelo, cada elemento se lleva a un rango alto con las distintas fuentes de nutrientes.

significativa del rendimiento a niveles de fertilización potásica, sin embargo, recomienda que la DOF sea de 228 kg/ha. Mientras que, la respuesta del rendimiento a niveles de S alcanza un máximo rendimiento con 20 - 30 kg/ha.

2.6.4. Recomendación de fertilización edáfica orgánica

Ensayos llevados a cabo para evaluar el rendimiento del cultivo a la aplicación de fuentes orgánicas manifiestan que existe una respuesta directamente proporcional a la cantidad del abono orgánico aplicado. Sin embargo, el rendimiento alcanzado con la dosis más alta (20 t/ha) de abono orgánico (estiércol vacuno) no supera el rendimiento asociado con la fertilización edáfica inorgánica (Alvarado et al., 2013, pp. 9-11).

Las enmiendas orgánicas que se usó para el ensayo son: estiércol de ganado vacuno previamente descompuesto; 675 kg/ensayo: 37,5 kg/ UE. Para el medio aporque se aplicó 950 kg/ensayo: 52,77 kg/ UE. No obstante, para todas las aplicaciones de enmiendas orgánicas del ganado vacuno se estimó que solo el 50 % de la mineralización fue aprovechada por el cultivo y el restante permanecerá para los cultivos próximos.

2.6.5. Fertilizantes foliares y bioinsumos

La nutrición foliar se realizó con el fin de complementar la nutrición edáfica, a esto se suma la utilización de bioinsumos aplicados desde la siembra, con el propósito de promover la uniformidad de la emergencia y mantener el vigor durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. Adicional a esto se usó bio-estimulantes y fertilizantes foliares a base de micronutrientes (B, Cu, S, Mg, etc.) permitidos en la producción de alimentos inocuos (agroecológicos). De esta manera, toda la nutrición foliar descrita anteriormente se aplicó de manera general a todos los tratamientos, además, los fertilizantes foliares y los bioinsumos que se aplicaron en el ensayo se describen en la Tabla 14-2.

Tabla 14-2: Productos para la nutrición complementaria en el ciclo vegetativo del cultivo.

Insumos				
Composición	Días (dds)	Dosis	Unidad	Observaciones
Biol	42	2.5	L / 200 L agua	Se aplicó cada 15 días a partir de la emergencia.
Caldo de ceniza	54	200	mL / 20 L agua	Se aplicó cada 5 días.
Caldo sulfocálcico	54	300	mL / 20 L agua	Se aplicó cada 10 días.

Caldo Viçosa	53	---	20 L agua	La preparación y aplicación se debe realizar el mismo día en una bomba de mochila. ⁴
Fertilizantes orgánicos				
Organichem	70	200	mL / 100 L agua	Se aplicó a partir de los 70 dds.
Yura-sinchi	135	2,5	mL / L agua	Frecuencia de aplicación: cada 7 días hasta los 160 dds
Seaweed extract	76	1000	mL / 100 L agua	Se aplicó a partir de los 70 dds.
Productos de síntesis				
Quimifol	98	0,72	Kg / 120 L agua	Se aplicó 3 veces luego de los 98 dds
Ácido fosfórico	112	106	mL /100 L agua	La aplicación se realizó a los 112 dds en drench al cuello de la planta.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.6.6. Manejo de plagas y enfermedades

Para el control de lancha (*Phytophthora infestans*) se utilizó el sistema de apoyo a la decisión (SAD), aplicativo que contribuyó en la toma de decisiones en cuanto a qué productos se debía utilizar para el manejo y control de la enfermedad, además, esta considera las condiciones climáticas in situ, el tiempo de la última aplicación y la susceptibilidad del genotipo plantado (Herrera, 2021, p. 1-2). Asimismo, la herramienta del SAD estableció una sugerencia de los productos que se pueden aplicar, tomando en cuenta el grado de impacto ambiental y la residualidad de estos en los alimentos.

Por tal motivo, se eligieron principalmente fungicidas cuyo ingrediente activo fue el Cu y S, esto con el objetivo de usar racionalmente los fungicidas para el control del tizón. En tanto que, para el manejo integrado de plagas (MIP), enfatizando a *Bactericera cockerelli* se utilizaron repelentes botánicos cuyo efecto es multisitio dentro de estos fitófagos. Los principales productos sintéticos y orgánicos que se usaron pen en el MIPE se describen en la Tabla 15-2.

Tabla 15-2: Productos, ingredientes activos y dosis utilizadas para el control y manejo de *Bactericera cockerelli*, tizón tardío, polillas, gusano, trips y pulgullas.

Producto	Tipo	Enfermedad	Agente causal	Modo de acción	Dosis	Modo de aplicación	Categoría
Kocide 2000 Cu (OH) ₂	Sintético	Lancha/Sarna negra	<i>P. infestans</i> / <i>R. solani</i>	Protectante	10.76 g/L	Foliar	III

⁴ El caldo viçosa es un fertilizante que se debe realizar y aplicar el mismo día, no es recomendable almacenarlo.

Kemicar	Sintético			Sistémico	1.25 mL/L	Foliar	III
Caldo bordelés s + Cu	Sintético			Protectante	8.6 g/L	Foliar	III
Altitud	Sintético	Lancha	<i>P. infestans</i>	Sistémico	0.20 mL/L	Foliar	II
Proxanil	Sintético			Sistémico	2 mL/L	Foliar	III
Rival	Sintético			Sistémico	1.87 mL/L	Foliar	II
Fórum WP	Sintético			Sistémico	0.75 g/L	Foliar	III

Producto	Tipo	Plagas	Modo de acción	Dosis	Modo de aplicación	Categoría
<i>Beauveria sp.</i>	Biológico	Gusano blanco/Pulguilla/ <i>B. cockerelli</i>	EMP	5 mL/L	Foliar	IV
Neem X	Orgánico		Contacto	10 mL/L	Foliar	IV
Repelente de lavanda	Orgánico		Contacto	1.25 mL/L	Foliar	IV
Repelente de ajo	Orgánico		Contacto	1.25 mL/L	Foliar	IV
Repelente de Altamisa	Orgánico		Contacto	1.25 mL/L	Foliar	IV
Extracto de ruda	Orgánico		Contacto	70 mL/L	Foliar	IV
Caldo sulfocálcico	Orgánico	<i>B. cockerelli</i>	Contacto	15 mL/L	Foliar	IV
Apichi	Orgánico		Contacto	7.5 mL/L	Foliar	IV
Agua de vidrio	Orgánico		Contacto	7.5 mL/L	Foliar	IV
Movento Smart	Sintético		Sistémico	1.25 mL/L	Foliar	II
Spinosad	Biológico		Contacto	0.3 mL/L	Foliar	III

Realizado por: Cuenca S., 2021.

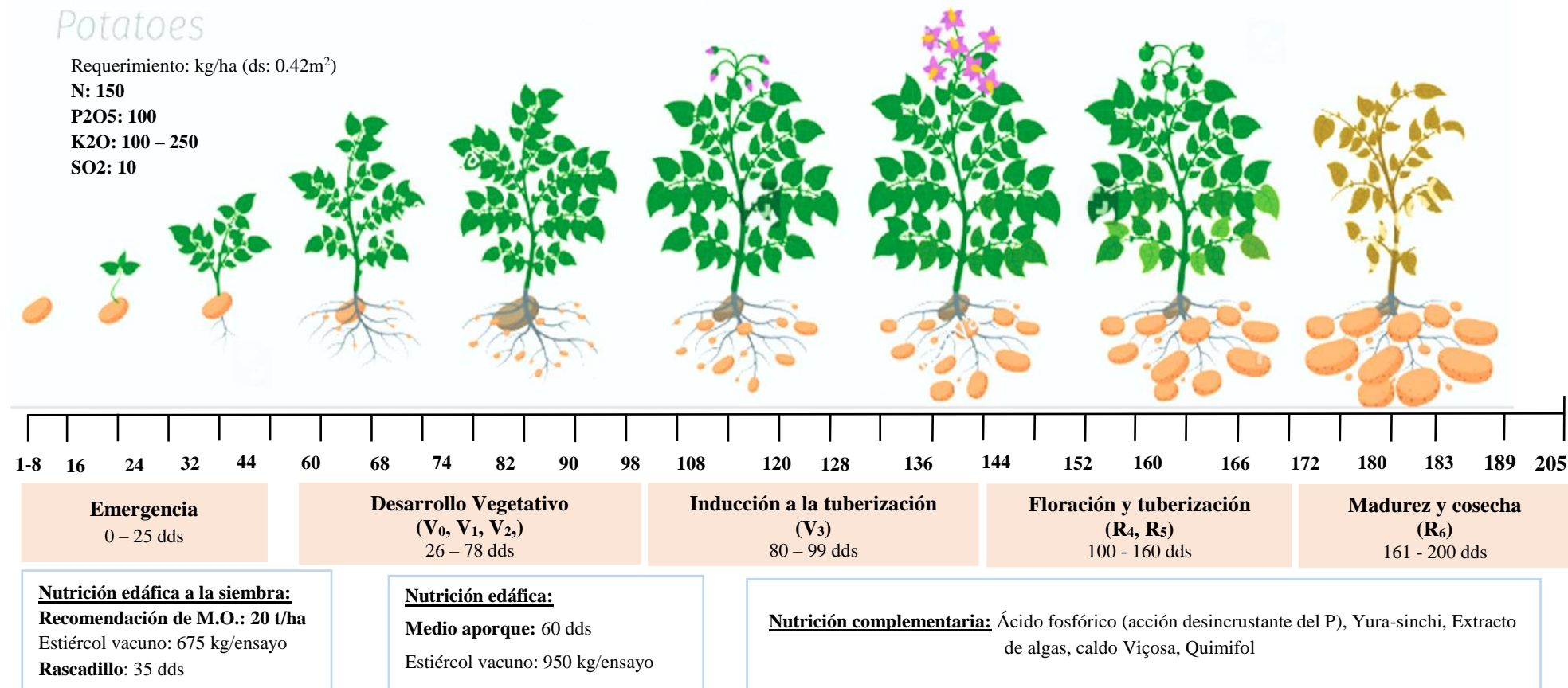
Plan de manejo para el cultivo de papa, Variedad Superchola “*Solanum tuberosum*”

Enfermedades: *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani*

Plagas: *Bactericera cockerelli*, pulguilla, mosca minadora (*B. bassiana*)

Control fitosanitario: Sulfato de cobre (tribásico), Kocide (Cu (H₂O)₂, dimetamorf, propamocarb

Control: Repelentes: lavanda (*L. officinalis*), Altamisa (*A. arborescens*), Ajo (*A. sativum*), Neem (*A. indica*), Spinosad.



Realizado por: Cuenca S., 2021.

2.6.7. Labor de rascadillo, medio aporque y aporque

Las prácticas culturales en el cultivo se realizaron de forma manual y cada una correspondiente a los días después de la siembra, tal como se describe en la Tabla 16-2.

Tabla 16-2: Labores culturales en la Evaluación de dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Labor	Días después de la siembra
Rascadillo	35
medio aporque	60
Aporque completo	90

Realizado por: Cuenca S., 2021

2.6.8. Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente y se clasificó los tubérculos por categoría de acuerdo con los tamaños de estos como se indica en la tabla 11-2.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia, la uniformidad del cultivo y el rendimiento están mediados significativamente por la calidad del material de siembra, en este sentido, Piedra et al., (2015, pp. 7) afirma que el tubérculo-semilla debe cumplir con ciertas condiciones o factores de calidad que garanticen las variables (indicadores) antes mencionadas, estos factores son; pureza genética, pureza física, sanidad y estado fisiológico.

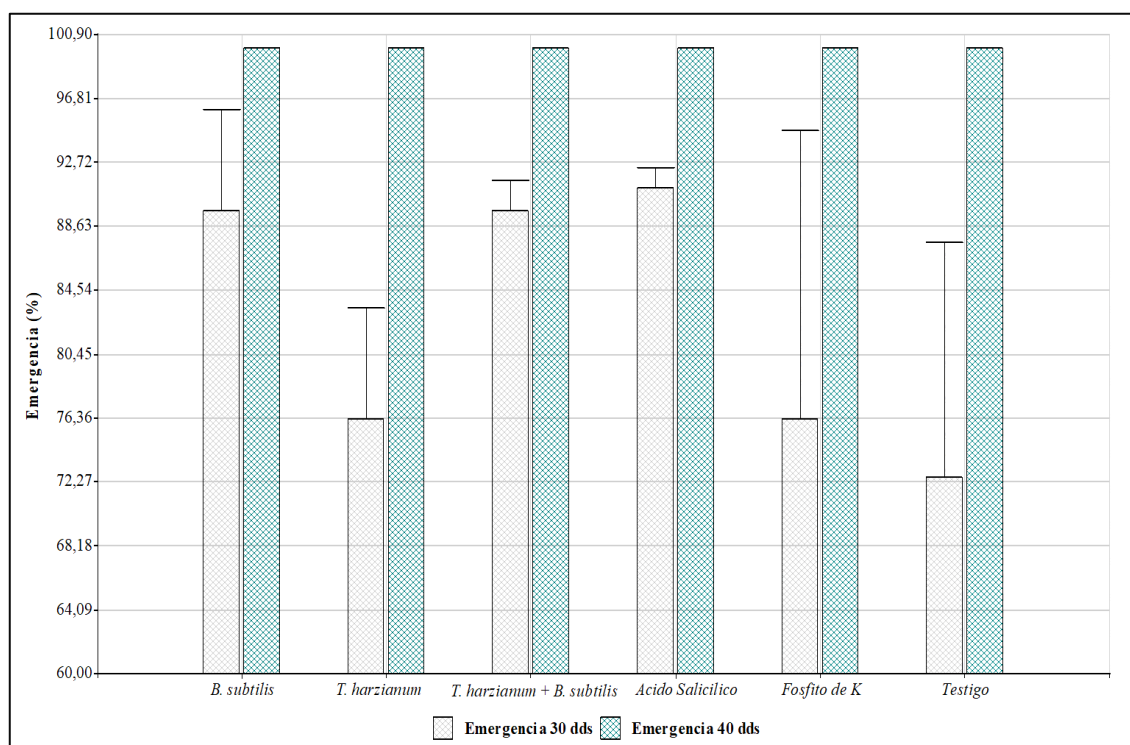


Gráfico 1-3. Emergencia (%) a los 30 y 40 dds en plantas tratadas con dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el análisis de la varianza para el porcentaje de emergencia evaluado a los 30 y 40 días después de la siembra no mostro un efecto de los tratamientos ($P > 0.05$) (Tabla 17-3).

Tabla 17-3: ANOVA de la emergencia (%) en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	
		30 (dds)	Valor P
Total	17		
Tratamientos	5	210.54	0.69 ^{ns}
Repetición	2	276.55	0.47 ^{ns}
Error	10	341.43	
CV %			22.37
Promedio			82.59

Diferencias significativas *(p<0.05), diferencias altamente significativas **(p<0.01), ns: no significativo (p>0.05).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

De acuerdo con el análisis, los resultados indicaron que a los 30 días después de la siembra el testigo y los tratamientos a base de fosfitos de K y *Trichoderma harzianum* presentaron el menor porcentaje de emergencia, con un promedio de 72.59%, 76.3% y 76.2%, respectivamente, en tanto que, los tratamientos a base de ácido salicílico, *Bacillus subtilis* y la interacción *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis* alcanzaron el mayor porcentaje de emergencia promedio 91.11%, 89.63% y 89.60%, respectivamente (Tabla 18-3). Sin embargo, en la segunda evaluación, es decir, a los 40 días después de la siembra todos los tratamientos en general presentaron el 100% de la emergencia (uniformidad del cultivo).

Tabla 18-3: Promedios de la emergencia (%) en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Tratamiento	Emergencia	Media (%)
<i>Bacillus subtilis</i>	30 dds	89.63
<i>Bacillus subtilis</i>	40 dds	100
<i>Trichoderma harzianum</i>	30 dds	76.29
<i>Trichoderma harzianum</i>	40 dds	100
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	30 dds	89.63
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	40 dds	100
Ácido salicílico (SA)	30 dds	91.11
Ácido salicílico (SA)	40 dds	100
Fosfitos de K	30 dds	76.3
Fosfitos de K	40 dds	100
Testigo	30 dds	72.59
Testigo	40 dds	100

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Los resultados muestran que el porcentaje de emergencia probablemente pudo estar asociado con el origen de los clones, es decir, los tubérculos-semilla, por lo que quizá el adecuado estado fisiológico de la semilla influyó de manera significativa sobre el 100 % de la emergencia. En tanto que, la madurez, la humedad y la energía del material se siembra son factores que se incluyen dentro del estado fisiológico y que son suficientes para conseguir una brotación deseada y permitir el crecimiento de una planta vigorosa.

No obstante, para Cuesta (2021, p. 9), el uso de semilla o clones libre de enfermedades y plagas, es un requerimiento esencial y fundamental para aseverar el inicio en el proceso de producción de papa. De esta manera, el 100% de la emergencia evaluado a los 40 días después de la siembra posiblemente pudo haber sido influenciado por las condiciones ambientales de la zona, aspectos que permitieron el crecimiento y desarrollo normal de los brotes emergidos. Por lo que, según Peña (2013, pp. 74-75), manifiesta que para una emergencia uniforme del cultivo se debe tomar en cuenta el entorno ambiental, relacionando el sistema agua, suelo, planta y atmosfera (RASPA).

3.2. Vigor de la planta

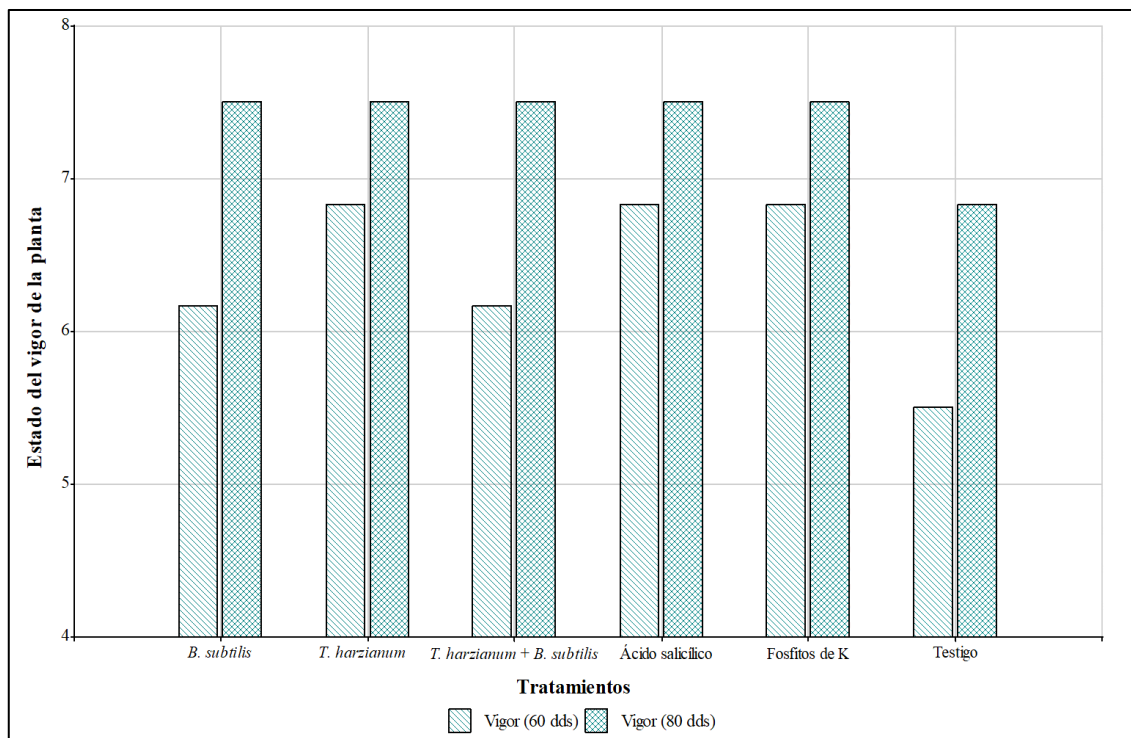


Gráfico 2-3. Vigor a los 60 y 80 dds en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Realizado por: Cuenca S., 2021

El análisis de varianza para la variable vigor a los 60 y 80 dds no mostró un efecto de los tratamientos en estudio ($P>0.05$) (Tabla 19-3). Con los resultados obtenidos a partir de la transformación de la escala del vigor, las medias no mostraron significancia para ninguna de las dos evaluaciones analizadas, sin embargo, en la primera valoración (60dds) todos los tratamientos incluido el testigo alcanzaron un vigor intermedio (nivel 5), mientras que, en la segunda evaluación (80días) todos los tratamientos incrementaron su vigor, logrando un nivel de estado vigoroso (escala 7) (Gráfico 2-3).

Tabla 19-3: ANOVA de la variable vigor en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios			
		Vigor			
		60 dds	valor <i>P</i>	80 dds	valor <i>P</i>
Total	17				
Tratamientos	5	0.005	0,64 ^{ns}	0.001	0,46 ^{ns}
Repetición	2	0.001	0,84 ^{ns}	0.001	0,40 ^{ns}
Error	10				
CV %		19.28		6.84	
Promedio		5.89		6.89	

Diferencias significativas *($p<0.05$), diferencias altamente significativas **($p<0.01$), ns: no significativo ($p>0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

De acuerdo con la experimentación, el efecto estadístico no significativo de los tratamientos versus el testigo absoluto sobre la variable vigor probablemente se deba a la calidad del tubérculo semilla al momento de utilizarla, por lo que, quizá los parámetros de calidad influyeron en el crecimiento de las plantas vigorosas obtenidas a los 80 días después de la siembra.

Por su parte, según Andrade (2015, pp. 17-18), manifiesta que el material inicial para la siembra (tubérculo) es importante por varias razones y que está en gran medida determina significativamente la productividad (rendimiento) del cultivo. Además, cuando la semilla cumple con los parámetros de calidad y específicamente con el factor más relevante necesario para alcanzar el crecimiento de una planta vigorosa es el adecuado estado fisiológico de la semilla.

3.3. Incidencia de PMP



Figura 7-3. Inc. de PMP (%). Nudos abultados y tallos a manera de zig-zag (a-b). Abarcamiento y clorosis de los meristemas apicales (c). Arrosetamiento generalizado (d).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Para el porcentaje de incidencia de la enfermedad, a los 68 días después de la siembra se visualizó minuciosamente la emergencia de los primeros síntomas asociados y característicos de la PMP en todos los tratamientos (Figura 7-3).

El análisis de varianza para la variable incidencia de la PMP mostró un efecto significativo de los tratamientos a los 68 y 96 días después de la siembra ($P < 0.05$), respectivamente, donde a los 96 dds las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* mostraron el menor porcentaje de incidencia con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, en la penúltima evaluación, es decir, a los 111 dds las plantas con mejor respuesta al porcentaje de incidencia de la PMP fue el tratamiento a base de *Bacillus subtilis*, quien alcanzó la menor incidencia en comparación a las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* y los demás tratamientos (Gráfico 3-3), esto posiblemente debido al efecto benéfico que *Bacillus subtilis* genera al promover el crecimiento vegetal. No obstante, a las plantas del testigo a las que no se les aplicó ningún elicitor, fueron las que mayor incidencia presentaron desde el inicio de las evaluaciones (68 dds) hasta el final de las mismas (127 dds) (Tabla 20-3.).

Tabla 20-3: ANOVA de la incidencia en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, Var. Superchola.

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios							
		Incidencia (%) y valor P							
		68 dds	P	81 dds	P	96 dds	P	111 dds	P
Total	17								
Tratamientos	5	719.17	0.001**	385.56	0.06 ns	124.72	0.01**	31.39	0.24 ns
Repetición	2	37.50	0.57 ns	101.39	0.47 ns	72.22	0.08 ns	26.39	0.30 ns
Error	10	64.17		126.39		22.22		19.72	
CV %		19.62		16.19		5.16		4,53	
Promedio		40.83		69.44		91.39		98.06	

Diferencias significativas *($p < 0.05$), diferencias altamente significativas **($p < 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

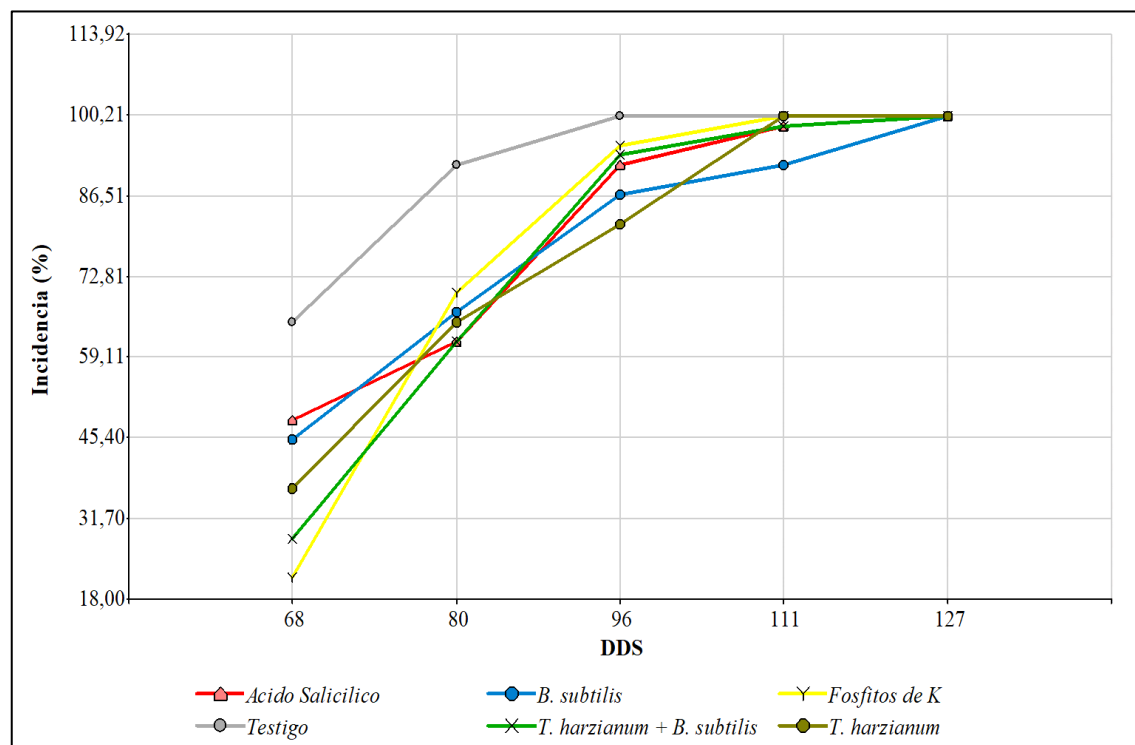


Gráfico 3-3. Incidencia de la enfermedad (%) en plantas con PMP, variedad Superchola, tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5% para la incidencia a los 68 días después de la siembra, identificó tres rangos de significancia estadística entre tratamientos. En el primer rango (a) con el mayor porcentaje de incidencia a los 68, 81, 96 y 111 dds se ubicó el testigo con medias de 65.00%, 91.67%, 100% y 100%, respectivamente, siendo este el más afectado por la enfermedad. Además,

el tratamiento con menor incidencia final fue *Bacillus subtilis*, donde las evaluaciones realizadas a los 68 y 96 dds, comparieron el mismo rango (ab) con medias de 45% y 86.76%, mientras que a los 81 y 111 dds se ubicó en el primer rango (a) con medias de 66.67% y 91.67%, respectivamente (Tabla 21-3).

Tabla 21-3: Promedios de la variable incidencia en plantas tratadas con 2 elicitors sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Tratamientos	Incidencia (%) de la PMP			
	Medias (%) y rangos de significancia			
	68 dds	81 dds	96 dds	111 dds
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	45.00 ab	66.67 a	86.67 ab	91.67 a
(T2) <i>Trichoderma harzianum</i>	36.67 bc	65.00 a	81.67 b	100 a
(T3) <i>B. subtilis</i> + <i>T. harzianum</i>	28.33 bc	61.67 a	93.33 ab	98.33 a
(T4) Ácido salicílico	48.33 ab	61.67 a	91.67 ab	98.33 a
(T5) Fosfitos de K	21.67 c	70.00 a	95.00 ab	100 a
(T6) Testigo	65.00 a	91.67 a	100 a	100 a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Según Villareal et al., (2018, pp. 103-104) el género *Bacillus*, específicamente la especie *Bacillus subtilis* por su versatilidad metabólica ha demostrado tener actividad antagónica, la misma que ha sido utilizada para suprimir el desarrollo de varios patógenos y mitigar la incidencia de varias enfermedades de importancia agrícola, esto a través de mecanismos conocidos como: la antibiosis (secreción de antibióticos), producción de enzimas líticas y toxinas, sideróforos e incluso la presencia de este microorganismo a través de señales químicas (elicitors) promueve la resistencia sistémica inducida.

3.4. Severidad, AUDPC y AUDPCr de PMP

Los síntomas asociados con la severidad (porcentaje) de la PMP según la valoración subjetiva del nivel de daño, mostraron las siguientes manifestaciones:

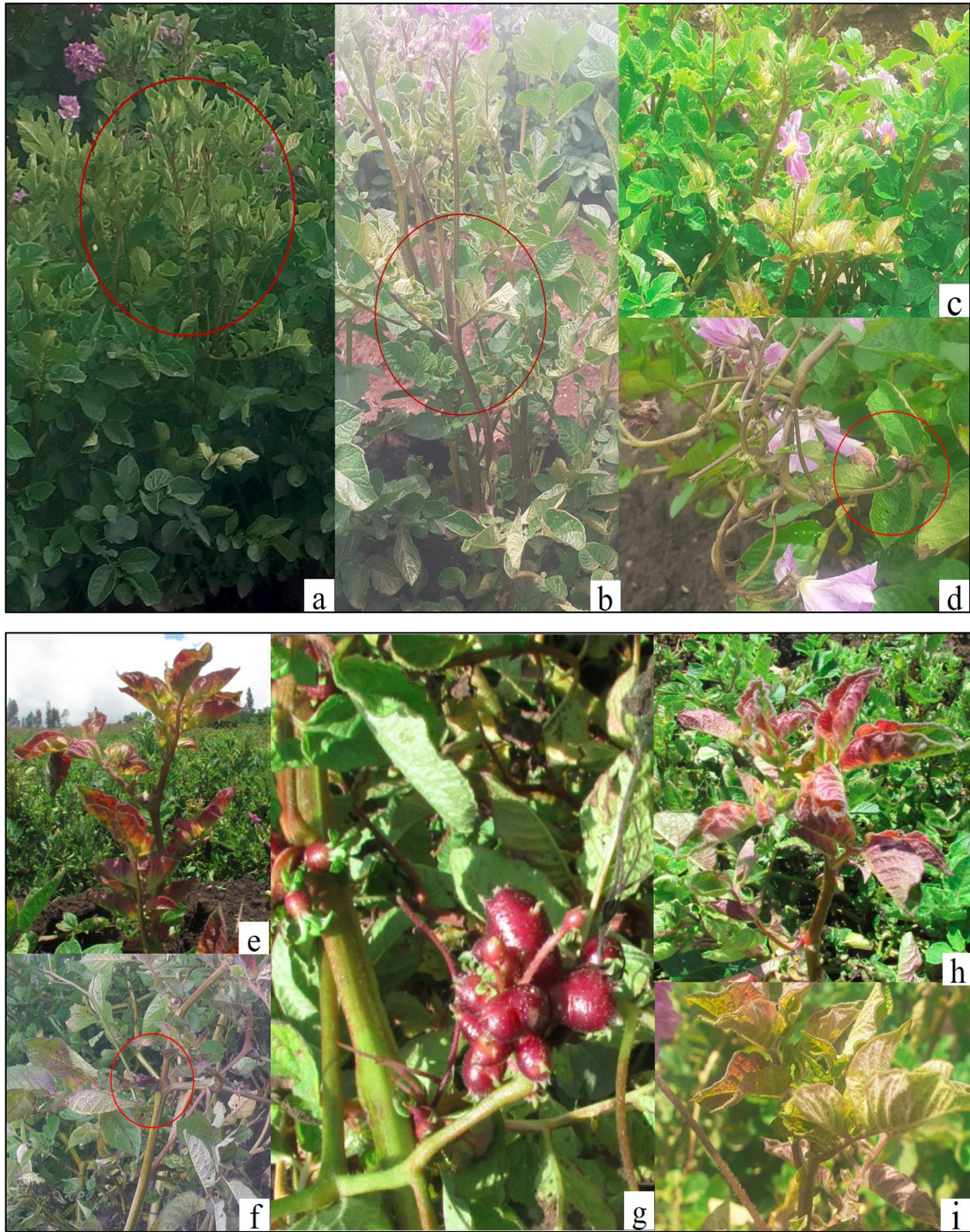


Figura 8-3. Severidad de PMP (nivel de daño). Síntomas leves (a). Síntomas intermedios (b-c-d). Síntomas severos (e-f). Síntomas muy severos (g-h-i).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

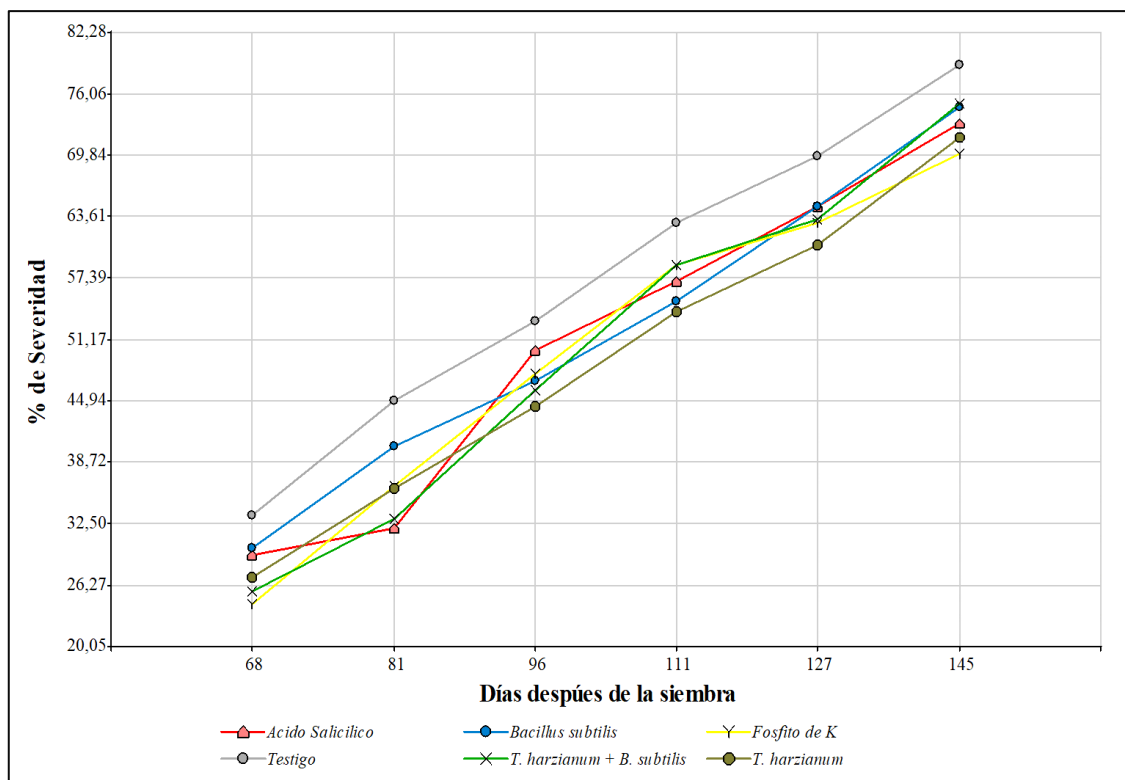


Gráfico 4-3. Severidad (%) en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Las plantas con síntomas leves presentaron un ligero enrollamiento de los folíolos apicales (meristemas débiles) y deformación inicial de las inflorescencias, en tanto que, los síntomas intermedios fueron acompañados de un amarillamiento generalizado, hojas con bordes de tonalidad lila (punta morada), inflorescencias atrofiadas, engrosamiento de tallos y entrenudos cortos a manera de zig-zag, mientras que, los síntomas severos fueron acompañados por la emergencia de tubérculos aéreos, plantas totalmente moradas y el síntoma escoba de bruja en los brotes. De igual forma, los síntomas muy severos presentaron una marchitez total con folíolos de color morado severo, necrosis del tallo y muerte de la planta (Figura 8-3). A lo antes citado, Munyaneza & Henne (2013, pp. 66-67), identificaron síntomas similares de PMP y entre estos, los más visibles fueron: tubérculos aéreos, tallos en zig-zag y el purpura de los meristemas apicales.

Para el porcentaje de severidad en la última evaluación, las plantas tratadas con fosfitos de potasio fueron las que menor grado de afectación presentaron, esto probablemente a la activación de la resistencia frente a la PMP (Gráfico 4-3).

El análisis de varianza para la severidad (inicial-final), AUDPC y AUDPCr mostró un efecto de los tratamientos en todas las evaluaciones ($P < 0.05$) (Tabla 22-3).

Tabla 22-3: ANOVA de la severidad, AUDPC y AUDPCr en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados Medios							
		AUDPCr	valor P	AUDPC	valor P	Severidad (inicial)	valor P	Severidad (final)	valor P
Tratamiento	5	0.006 **	0.001	490683 **	0.001	32.19 **	0.001	29.29 *	0.02
Repetición	2	0.004 *	0.01	304003 *	0.01	1.72 ns	0.62	2.06 ns	
Error	10	0.001		50350.2		3.52		7.12	
Total	17								
CV (%)		2.9		2.92		6.64		3.61	
Promedio		0.83		7678.39		28.28		73.89	

Diferencias significativas *(p<0.05), diferencias altamente significativas **(p<0.01), ns: no significativo (p>0.05).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

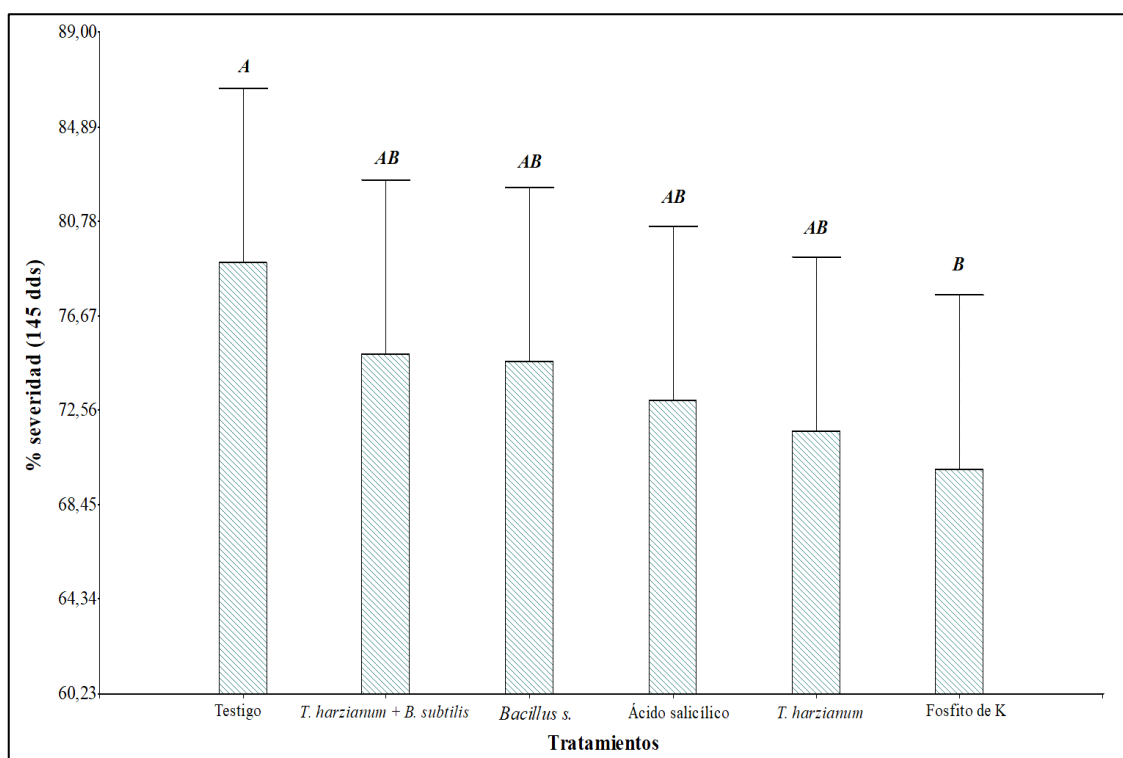


Gráfico 5-3. Promedios de severidad final de PMP en plantas tratadas con 2 elicitores y 2 microorganismos. Medias con la misma letra no difiere estadísticamente (Tukey, p≤0,05).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5% para la severidad final (145 dds) detectó dos rangos de significancia entre los tratamientos, donde el testigo se ubicó en el primer rango (a) con un promedio de 79.00%, siendo este el tratamiento con la mayor expresión sintomatológica relacionada a la PMP.

No obstante, las plantas tratadas con elicitores a base de: *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis*, ácido salicílico y *Trichoderma harzianum*, con promedios de 75.00%, 74.67%, 73.00%, y 71.67%, respectivamente, compartieron el mismo rango (ab), en tanto que, las plantas tratadas con fosfitos de potasio con un promedio de 70.00%, se ubicó en el segundo rango (b) y, de hecho, este último el tratamiento con menor nivel de daño provocado por la enfermedad (Gráfico 5-3). Por su parte Yáñez (2018, p. 88), afirma que los fosfitos de potasio aplicados via foliar son eficientes y sus efectos son muy diversos que incluyen la estimulación y la inducción de los mecanismos de defensa, además, restringe el crecimiento y desarrollo de ciertos organismos fitopatógenos. En efecto, a lo antes citado se corrobora con los resultados obtenidos en la experimentación con relación a la severidad final de la PMP.

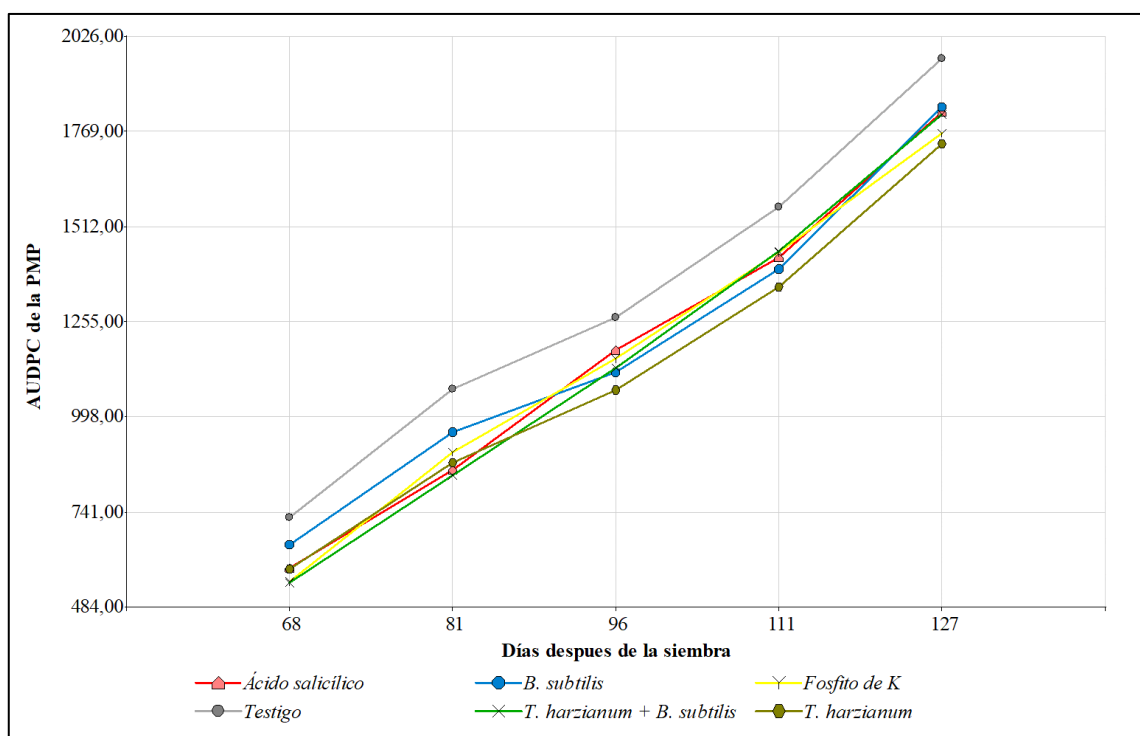


Gráfico 6-3. Curva del progreso de la enfermedad de la PMP en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Con respecto a la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), la expresión de los primeros síntomas asociados a la PMP se manifestaron a los 68 dds en todos los tratamientos, donde el desarrollo de la enfermedad avanzó gradualmente durante todo el ciclo del cultivo. El tratamiento testigo con un valor de 8461.16 de AUDPC, mostró mayor nivel de daño asociado a la PMP con relación a los demás tratamientos, esto quizá pudo deberse a la no aplicación de ningún elicitor y a su vez, las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* quienes alcanzaron un AUDPC de 7321.33, presentaron menor nivel de daño de la enfermedad (Gráfico 6-3).

La prueba de Tukey al 5% para las variables AUDPC y AUDPCr, identificó dos rangos de significancia entre los tratamientos. Es así que, para la primera variable el testigo con un promedio de 8461.16 para el AUDPC se ubicó en el primer rango (a), mientras que las plantas tratadas con *Bacillus subtilis*, ácido salicílico, *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*, fosfitos de K y *Trichoderma harzianum* con promedios de 7710.50, 7562.16, 7556.0, 7459.16, y 7321.33 de AUDPC, respectivamente, compartieron el segundo rango (b).

De igual forma, en la misma prueba de Tukey (5%) para la severidad acumulada se identificó dos rangos de significancia, donde el testigo con una media de 79% se ubicó en el primer rango (a), siendo este el tratamiento más afectado por la enfermedad, en tanto que, los tratamientos a base de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, ácido salicílico y *Trichoderma harzianum* con medias de 75%, 74.67%, 73% y 71.67%, respectivamente, compartieron el mismo rango (ab). Por último, el elicitor fosfitos de K se ubicó en el segundo rango (b) con una media de 70%, siendo este el mejor tratamiento para la variable analizada (Tabla 23-3).

Tabla 23-3: Promedios de severidad (%), AUDPC y AUDPCr en plantas tratadas con elicitores sintéticos y microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Tratamientos	Medias y rangos de significancia		
	AUDPCr	AUDPC	Severidad final
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.838 b	7710.50 b	74.67 ab
(T2) <i>Trichoderma harzianum</i>	0.796 b	7321.33 b	71.67 ab
(T3) <i>B. subtilis</i> + <i>T. harzianum</i>	0.821 b	7556.00 b	75.00 ab
(T4) Ácido salicílico	0.822 b	7562.16 b	73.00 ab
(T5) Fosfitos de K	0.811 b	7459.16 b	70.00 b
(T6) Testigo	0.920 a	8461.16 a	79.00 a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021

En cuanto a la AUDPC, las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* mostraron un área bajo la curva del progreso de la enfermedad menor en comparación a los demás tratamientos, esto probablemente se pudo haber dado por efecto del microorganismo aplicado, así, el mismo no solo tiene acción sobre los patógenos; sino que también genera beneficios sobre el hospedero como es el crecimiento y desarrollo de la planta, aspectos que generaron una reducción en la sintomatología asociada a la enfermedad. A su vez, según Hoyos et al., (2011, pp. 23-24) sostiene que *Trichoderma harzianum* al ser un microorganismo que promueve la resistencia, también

interviene y beneficia algunas funciones fisiológicas de las plantas y consecuentemente reduce de manera significativa el nivel de daño de la enfermedad causado por organismos biótrofos, puesto que, así lo señala Glazebrook (2005, p. 219), quien menciona que las respuestas de defensa a varios patógenos de este tipo de simbiosis (biotróficos y necrotrofos) se activan en presencia de especies mutualistas como lo es el género *Trichoderma*, y que además, la misma resistencia gen por gen y la señalización del ácido salicílico son generalmente efectivas contra organismos patogénicos.

3.5. Dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli*

3.5.1. Dinámica poblacional de huevos/planta

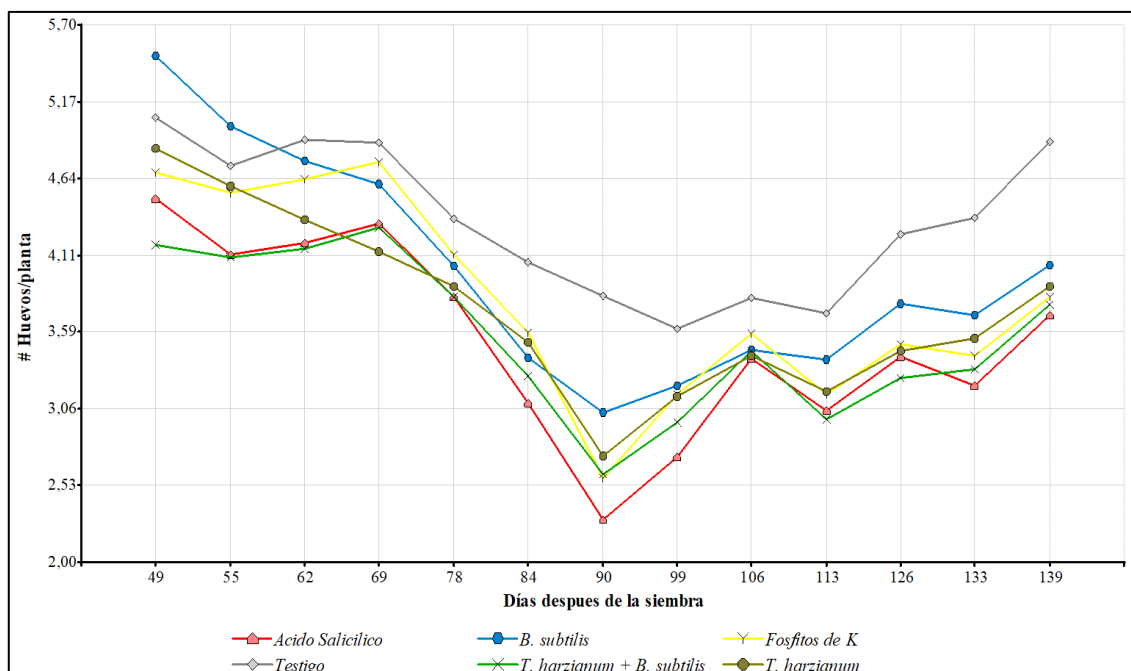


Gráfico 7-3. Dinámica poblacional de huevos de *Bactericera cockerelli* en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

El análisis de la dinámica poblacional de huevos/planta se realizó a partir de los 49 días después de la siembra finalizando con un total de 13 evaluaciones en todos los tratamientos, donde a partir de las primer monitoreo el umbral de oviposturas fue mayor a 1 huevo/planta. Además, esto posiblemente debido a que los fenómenos periódicos del tiempo y clima influyeron significativamente en el ciclo biológico del insecto (ANEXO H). En el Gráfico 7-3, se ilustra el promedio de huevos en las plantas tratadas con los distintos elicitores sintéticos y microorganismos.

El análisis de varianza mostro un efecto de los tratamientos ($P>0.05$) para la población promedio de huevos por planta (Tabla 24-3).

Tabla 24-3: ANOVA de la dinámica poblacional de huevos de *Bactericera cockerelli* en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	
		N° huevos/planta	valor p
Total	17		
Tratamientos	5	0.254	0.001**
Repetición	2	0.002	0.91 ^{ns}
Error	10	0.024	
CV %		3.93	
Promedio		3.9	

Diferencias significativas *($p<0.05$), diferencias altamente significativas **($p<0.01$), ns: no significativo ($p>0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5% identificó tres rangos de significancia estadística entre los tratamientos, donde el testigo con el mayor número de huevos/planta se ubicó en el primer rango (a) con una media de 4.3 huevos/planta, mientras que, el tratamiento a base de *Bacillus subtilis* se ubicó entre el primer y segundo rango (ab) con una media de 4.1 huevo/planta, a su vez, los fosfitos de potasio y *Trichoderma harzianum* con promedios de 3.9 y 3.8 huevos/planta, respectivamente, compartieron el segundo y tercer rango (bc), en tanto que, para las plantas tratadas con la interacción de *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis* y ácido salicílico ambos con promedios de 3.6 huevos/planta se colocaron en el tercer rango (a) (Tabla 25-3).

Tabla 25-3: Tukey (5%) para la dinámica poblacional de huevos de *Bactericera cockerelli* en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Tratamientos	N° huevos/planta		Eficiencia de control (%)
	Media		
Testigo	4.3	a	0
<i>Bacillus subtilis</i>	4.1	ab	4.6
Fosfito de K	3.9	bc	9.3
<i>Trichoderma harzianum</i>	3.8	bc	11.6
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	3.6	c	16.2
Ácido salicílico	3.6	c	16.2

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p\leq 0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

3.5.2. Dinámica poblacional de ninfas/planta

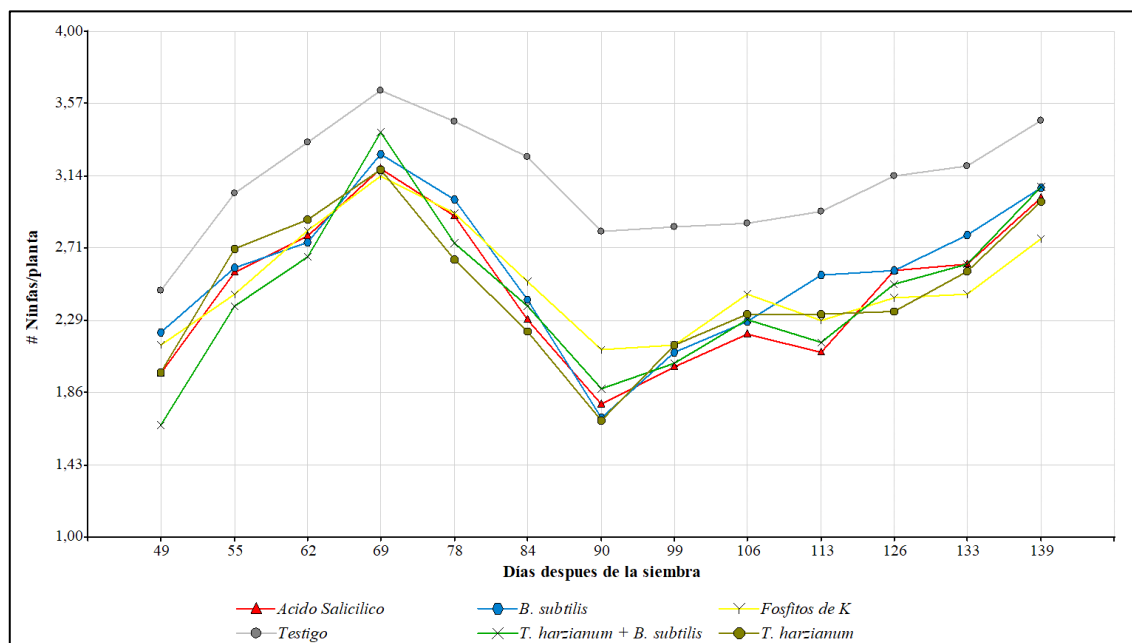


Gráfico 8-3. Dinámica poblacional de ninfas de *Bactericera cockerelli* en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

El análisis de la dinámica poblacional de ninfas/planta se realizó a partir de los 49 días después de la siembra finalizando con un total de 13 evaluaciones en todos los tratamientos, donde a partir de las primer monitoreo el umbral de ninfas fue mayor a una ninfa/planta. El analisis de la varianza para esta variable mostró un efecto de los tratamientos $P (<0.05)$, donde el tratamiento al que no se aplicó ningún elicitador (Testigo) presentó el mayor número de ninfas/planta en relación a los demás tratamientos (Tabla 26-3).

Tabla 26-3: ANOVA para la dinámica poblacional de ninfas de *Bactericera cockerelli* en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios	
		Nº ninfas/planta	valor P
Total	17		
Tratamientos	5	0.188 **	0.001
Repetición	2	0.033 ns	0.057
Error	10	0.009	
CV %		3.53	
Promedio		2.63	

Diferencias significativas *($p < 0.05$), diferencias altamente significativas **($p < 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La evaluación de la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* (ninfas/planta) inicio a los 49 días después de la siembra y que finalizaría con un total de 13 evaluaciones, en tanto que, los monitoreos del psílido se efectuaron apartir de la primera detección de ninfas (instar: 1, 2, 3, 4 y 5) en el ciclo del cultivo. La dinámica de población del psílido (ninfas) se observa en la Figura 8-3, donde se especifica el comportamiento de los tratamientos con respecto al grado de infestación de la plaga.

A continuación de la significancia, y para comparar las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5 %, misma que identificó estadísticamente dos rangos de significancia entre las medias de estos, donde el tratamiento testigo con el mayor número de ninfas/planta se ubicó en el primer rango (a) con una media de 3.2 ninfas/planta, mientras que, en el segundo rango (b) se ubicaron los tratamientos a base de *Bacillus subtilis*, fosfitos de K, ácido salicílico, *T. harzianum* y la interacción *B. subtilis* + *T. harzianum* con el menor grado de infestación, con promedios de 2.6, 2.5, 2.5, 2.5 y 2.4 ninfas/planta, respectivamente (Tabla 27-3).

Tabla 27-3: Medias de la población de ninfas de *Bactericera cockerelli* en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.

Tratamientos	N° ninfas/planta	
	Media	Eficiencia de control (%)
Testigo	3.2 a	0
<i>Bacillus subtilis</i>	2.6 b	18.7
Fosfitos de K	2.5 b	21.87
Ácido salicílico	2.5 b	21.8
<i>Trichoderma harzianum</i>	2.5 b	21.87
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	2.4 b	25

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La dinámica poblacional promedio de ninfas en la experimentación superó el umbral de daño económico a partir de la primera evaluación; menor a 1 ninfa/planta (Padilla et al., 2010, pp. 1-4). Según Vereijssen (2020, pp. 333-337) el aumento gradual de esta plaga está relacionada directamente con las escasas precipitaciones y al aumento progresivo de la temperatura; lo que corrobora al estudio realizado por Maiquez (2021, pp. 41-43), quien indica que la alta población del insecto se ve favorecido en épocas de nula o poca precipitación, tal como se observa en el Gráfico 8-3 y a lo citado por Fereres et al., (2019, p. 13), quien sostiene que el aumento gradual de la temperatura afecta directamente no solo a los vectores, sino que además incide en ciertos cambios fisiológicos en las plantas y que a su vez estas tengan un efecto sobre los vectores, dando lugar a la emergencia de

nuevos patógenos de difícil manejo y control. No obstante, la fluctuación de ninfas de *B. cockerelli* (promedio/planta) fue menor en las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*, de manera que, el tratamiento mostró una población promedio de 2.4 ninfas/planta y con un porcentaje de eficiencia de control del 25%. Por su parte, Maiquez (2021, p. 42) menciona que la menor población de ninfas se encontró al aplicar *B. subtilis* vía foliar en la variedad Superchola, esto posiblemente a la capacidad del microorganismo de generar resistencia ante el ataque del psílido y por su efecto insecticida.

Por otro lado, según Fereres et al., (2019, p. 11-12), mencionan que las poblaciones de Hemípteros (Triozidae) son especies con una alta capacidad de dispersión, reproducción y adaptación a nuevos hábitats, pues, estas poblaciones tienen un ciclo de vida corto (60 días) y son muy sensibles a cambios de temperatura, por lo que, generalmente se los denomina insectos con estrategia R. En efecto, durante la herbivoría estos insectos (ninfas) insertan estiletes especializados entre las células para establecer un sitio de alimentación en el floema, provocando cambios y daños fisiológicos en el huésped (Gutiérrez, 2009, p. 81).

3.6. Rendimiento (t/ha)

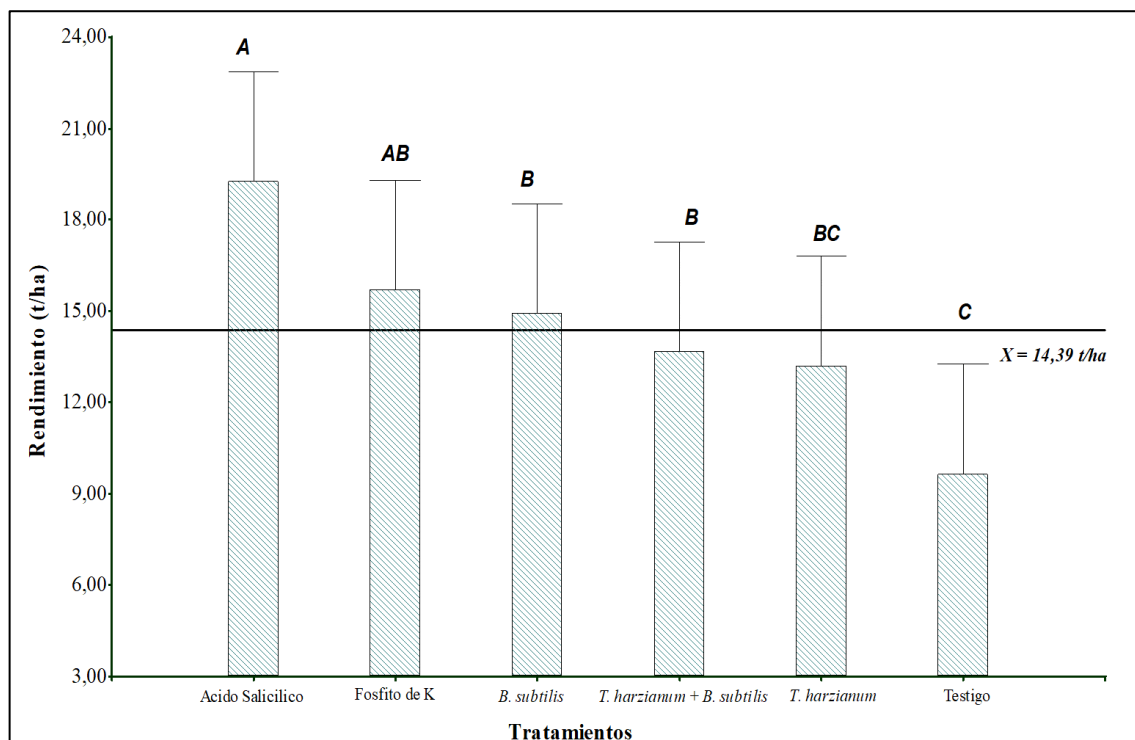


Gráfico 9-3. Medias del rendimiento en plantas con PMP tratadas con 2 elicitors sintéticos y 2 microorganismos. Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

El análisis de varianza para la variable rendimiento mostró un efecto estadístico significativo de los tratamientos ($P < 0,05$) (Tabla 28-3).

Tabla 28-3: ANOVA para el rendimiento (t/ha) en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios	
		Rendimiento (t/ha)	valor <i>P</i>
Total	17		
Tratamientos	5	30.01 **	0.001
Repetición	2	1.64 ^{ns}	0.39
Error	10	1.62	
CV %		8.84	
Promedio (t/ha)		14.39	

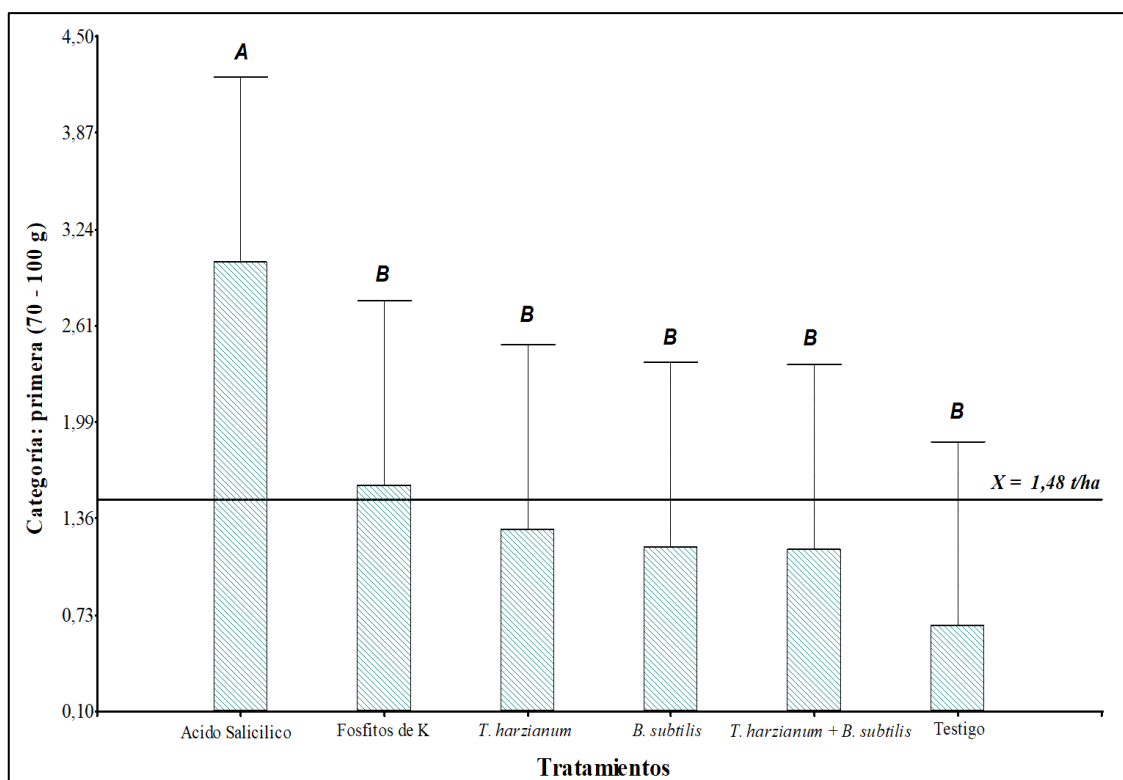
Diferencias significativas * ($p < 0,05$), diferencias altamente significativas ** ($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5 % identificó tres rangos de significancia entre los tratamientos, situándose en el primer rango (a) al tratamiento con ácido salicílico con una media de 19.25 t/ha, igualmente, en el rango ab se ubicó al tratamiento con fosfitos de K con una media de 15.70 t/ha, de la misma manera, los tratamientos a base de *Bacillus subtilis* y la interacción de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum* se ubicaron en el segundo rango (b) con rendimientos de 14.91 t/ha y 13.66 t/ha, respectivamente, mientras que en el rango bc se colocó al tratamiento con *Trichoderma harzianum* con una media de 13.20 t/ha y finalmente en el tercer rango (c) se ubicó el testigo absoluto con una media 9.65 t/ha (Gráfico 9-3).

3.7.1. Categoría primera: peso del tubérculo (70 -100 g)

La prueba de Tukey al 5% identificó dos rangos de significancia para el rendimiento de primera categoría del tubérculo (Gráfico 10-3), en el primer rango (a) con la mejor respuesta se ubicó el tratamiento a base de ácido salicílico, con una media de 3.03 t/ha, mientras que, en el segundo rango (b) se situó a los tratamientos con aplicación de fosfitos de K , *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, la interacción de *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis* y el testigo absoluto, con medias de 1.58 t/ha, 1.29 t/ha, 1.17 t/ha, 1.16 t/ha y 0.66 t/ha, respectivamente.



Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Gráfico 10-3. Promedios de la 1^{ra} categoría y rangos de significancia en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

El análisis de varianza para el rendimiento de primera categoría del tubérculo mostró un efecto de los tratamientos ($P < 0,05$) (Tabla 29-3).

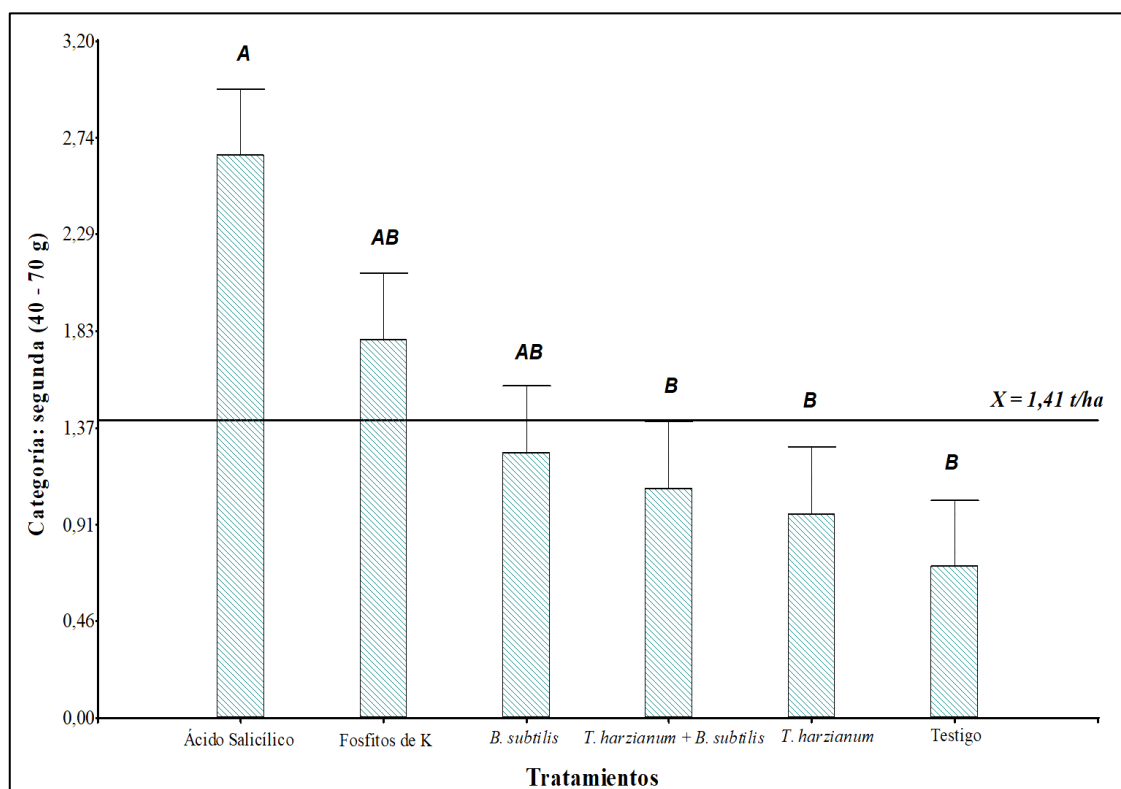
Tabla 29-3: ANOVA para el rendimiento (t/ha) de primera categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios	
		Rendimiento (t/ha)	valor P
Total	17		
Tratamientos	5	2,00 **	0,001
Repetición	2	1,78 **	0,004
Error	10	0,18	
CV %		28,69	
Promedio (t/ha)		1,48	

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$),

Realizado por: Cuenca S., 2021.

3.7.2. Categoría segunda: peso del tubérculo (40 – 70 g)



Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Gráfico 11-3. Promedio (t/ha) de la 2^{da} categoría y rangos de significancia en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5% identificó dos rangos de significancia para el rendimiento de la segunda categoría del tubérculo. En el primer rango (a) con la mejor respuesta se ubicó el tratamiento a base de ácido salicílico con un promedio de 2.66 t/ha, mientras que en el primer y segundo rango (ab) se situaron los tratamientos con aplicación de fosfitos de K y *Bacillus subtilis*, con promedios de 1.79 t/ha y 1.26 t/ha, respectivamente. Del mismo modo, en el segundo rango (b) se colocó al tratamiento de la interacción (*Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*), tratamientos a base de *Trichoderma harzianum* y el testigo absoluto, con medias de 1.09 t/ha, 0.97 t/ha, y 0.72 t/ha, respectivamente (Gráfico 11-3).

El análisis de varianza para el rendimiento de segunda categoría del tubérculo mostró un efecto de los tratamientos ($P < 0,05$) (Tabla 30-3).

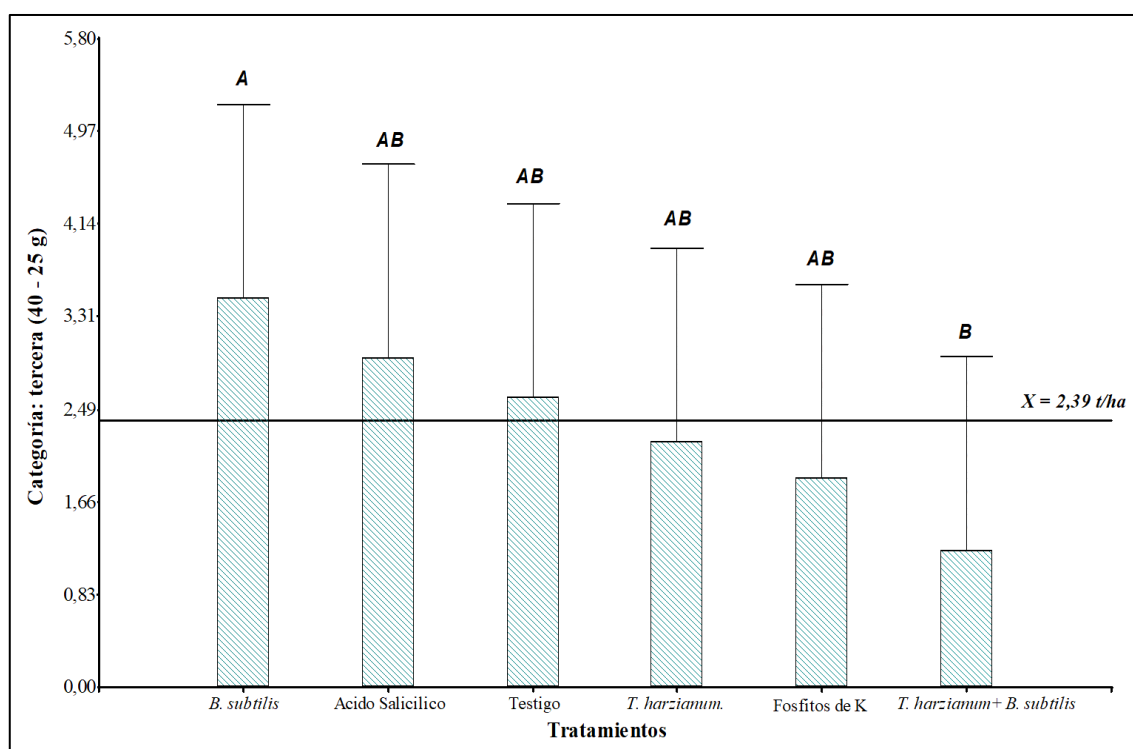
Tabla 30-3: ANOVA del rendimiento (t/ha) para la 2^{da} categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios	
		Rendimiento (t/ha)	valor <i>P</i>
Total	17		
Tratamientos	5	1,51 *	0,01
Repetición	2	0,15 ^{ns}	0,61
Error	10	0,30	
CV %		38,46	
Promedio (t/ha)		1,41	

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

3.7.3. Categoría tercera: peso del tubérculo (40 - 25 g).



Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Gráfico 12-3. Promedios (t/ha) de la 3^{ra} categoría y rangos de significancia en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5% identificó dos rangos de significancia para esta categoría. En el primer rango (a) con la mejor respuesta al rendimiento se ubicó a *Bacillus subtilis* con un promedio de

3.48 t/ha, en el primer y segundo rango (ab) se colocaron los tratamientos a base de ácido salicílico, testigo absoluto, *Trichoderma harzianum* y fosfitos de K con promedios de 2.95 t/ha, 2.60 t/ha, 2.20 t/ha y 1.87 t/ha, respectivamente, mientras que, en el segundo rango (b) se situó a la interacción *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis* con media de 1.23 t/ha (Gráfico 12-3).

El análisis de varianza para el rendimiento de tercera categoría del tubérculo mostró un efecto de los tratamientos aplicados ($P < 0,05$) (Tabla 31-3).

Tabla 31-3: ANOVA para el rendimiento (t/ha) de 3^{ra} categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	
		Rendimiento (t/ha)	valor <i>P</i>
Total	17		
Tratamientos	5	1.91 **	0.01
Repetición	2	3.35 **	0.006
Error	10	0.37	
CV %		25.57	
Promedio (t/ha)		2.39	

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$)

Realizado por: Cuenca S., 2021.

3.7.4. Categoría cuarta: peso del tubérculo (< 25 g)

El análisis de varianza para el rendimiento de la cuarta categoría del tubérculo si mostró un efecto de los tratamientos aplicados ($P < 0,05$) (Tabla 32-3).

Tabla 32-3: ANOVA para el rendimiento (t/ha) de 4^{ta} categoría en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios	
		Rendimiento (t/ha)	valor <i>P</i>
Total	17		
Tratamientos	5	10.30 *	0.02
Repetición	2	3.16 ns	0.32
Error	10	2.53	
CV %		17.44	
Promedio		9.11	

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró dos rangos de significancia, ubicándose. en el primer rango (a) a los tratamientos con aplicación de ácido salicílico, fosfitos de K y la interacción de *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*, con medias de 10.61 t/ha, 10.46 t/ha y 10.18 t/ha, respectivamente, mientras que, entre el primer y segundo rango (ab) se situó a los tratamientos a base de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, con medias de 9.00 t/ha y 8.74 t/ha, respectivamente, y por último, en el rango con la menor respuesta al rendimiento (b) se ubicó al testigo absoluto, con una media de 5.68 t/ha (Gráfico 13-3).

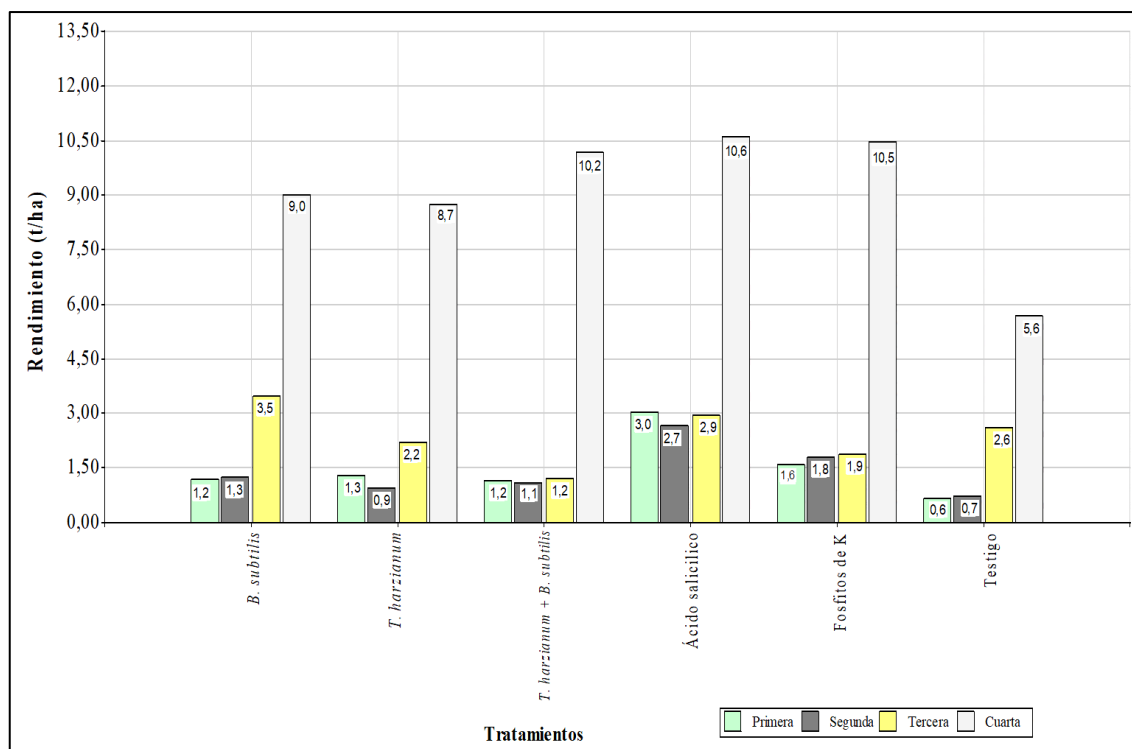


Gráfico 13-3. Rendimiento promedio (t/ha) por categorías en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

El bajo rendimiento (t/ha) en todas sus categorías y la reducción de la cantidad y calidad de tubérculos comerciales esta reportado como un inconveniente importante generado por la punta morada (PMP). Sin embargo, en esta investigación se comprobó que los tratamientos con elicitores a base de ácido salicílico, fosfitos de K y *Bacillus subtilis* presentaron una mayor calidad de los tubérculos en comparación a los demás tratamientos, esto con respecto al test del manchado (Figura 9-3).

Del mismo modo, se evidenció que los tratamientos antes mencionados mostraron una mejor producción comercial. De igual forma, esto se corrobora con el estudio realizado por Maiquez

(2021, pp. 50-53), quien indica que los mejores rendimientos de tubérculos en la variedad Superchola se obtuvieron con la aplicación de elicitors a base de ácido salicílico y *Bacillus subtilis*. Por lo mismo, Flores (2016, pp. 1143-1144), demuestra que la aplicación periódica de ácido salicílico en bajas concentraciones favorece el desarrollo de los tubérculos, además, ayuda en la acumulación de almidón en los mismos y al rociar este elicitor vía foliar actúa como promotor de la tuberización (López, 1997, pp. 75-76). Con respecto a los tratamientos a base de fosfito de K y *Bacillus subtilis*, estos produjeron una baja cantidad de tubérculos de primera categoría, sin embargo, estos obtuvieron el mayor rendimiento de tubérculos de segunda y tercera categoría.

En efecto, el Gráfico 14-3 ilustra de manera general el rendimiento por categorías de cada uno de los tratamientos. A su vez, se observa que el tratamiento con mejor respuesta a la producción de primera categoría de tubérculos es el ácido salicílico, seguidamente del tratamiento con fosfitos de potasio, asimismo ocurrió para las categorías de tercera y cuarta, pese al grado de severidad de la enfermedad.

3.7. Presencia de *Candidatus phytoplasma* en plantas hijas



Figura 9-3. Semilla de plantas tratadas con 2 elicitors sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

La punta morada de la papa (PMP) antes se diagnosticaba en base a los síntomas visuales, la presencia de insectos vectores o con el apoyo de microscopía electrónica de los tejidos infectados del floema. Sin embargo, la complejidad de la patología y de los agentes causales que producen síntomas similares en distintos fenotipos de papa y en diferentes especies de la familia *Solanaceae*, esto ya no se considera una característica muy confiable y es por eso que en la actualidad se hace uso de métodos moleculares modernos como la reacción en cadena de la

polimerasa (PCR), misma que es fundamental para determinar el tipo de patógeno que provoca la causalidad de la enfermedad.

Tabla 33-3: Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en plantas tratadas con dos elicitores y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Análisis para detección de Fitoplasma y CLso					
Tratamientos	Identificación de la muestra	Muestra	Método	Parámetros analizados	Resultado
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	Follaje	PEE/BM/74	<i>Candidatus phytoplasma</i>	Negativo
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	Follaje	PEE/BM/74	<i>Candidatus phytoplasma</i>	Negativo
T3	<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	Follaje	PEE/BM/74	<i>Candidatus phytoplasma</i>	Negativo
T4	Ácido salicílico	Follaje	PEE/BM/74	<i>Candidatus phytoplasma</i>	Negativo
T5	Fosfitos de potasio	Follaje	PEE/BM/74	<i>Candidatus phytoplasma</i>	Negativo
T6	Testigo	Follaje	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter s.</i>	Negativo

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Con los resultados obtenidos a partir de la PCR, surge a hipótesis de que la semilla no trasmite *Candidatus phytoplasma*, tal vez porque no es tan eficiente para la semilla al momento de transmitir la enfermedad o posiblemente que en el tubérculo no hubo la cantidad necesaria del patógeno para que pueda ser detectada (Tabla 33-3).

3.8. Análisis de correlación entre variables

Con respecto al análisis de correlación, las variables asociadas en la experimentación fueron: dinámica poblacional de ninfas (*Bactericera cockerelli*), severidad, AUDPC (curva del progreso de la enfermedad) de la PMP y el rendimiento (t/ha).

En la Tabla 34-3 se observa que la correlación entre la dinámica poblacional de ninfas/planta y el AUDPC de PMP es positiva y significativa, esto debido a que se obtuvo un coeficiente de spearman de 0.66, es así que, al tener una mayor infestación del psílido y estar asociada con la alimentación directa de las ninfas, se observó un mayor AUDPC de PMP. Estos resultados concuerdan a lo mencionado por Tomilhero et al., (2020, pp. 5-7), quienes indican que la correlación es positiva cuando se comparan poblaciones inmaduras del psílido (ninfas) y la agravante sintomatología relacionada a la PMP.

Tabla 34-3: Coeficiente de correlación de variables en plantas con PMP tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos.

Correlación	Coefficiente	p –valor
Dinámica poblacional vs AUDPC DE PMP		
#ninfas/Planta Vs AUDPC de PMP	0.66 *	0.0028
Severidad de PMP Vs Rendimiento		
% de severidad Vs Rendimiento	-0.54*	0.019
Dinámica poblacional Vs Rendimiento		
# de ninfas/planta Vs Rendimiento	-0.65*	0.0033
AUDPC Vs rendimiento		
AUDPC Vs Rendimiento	-0.55*	0.0182

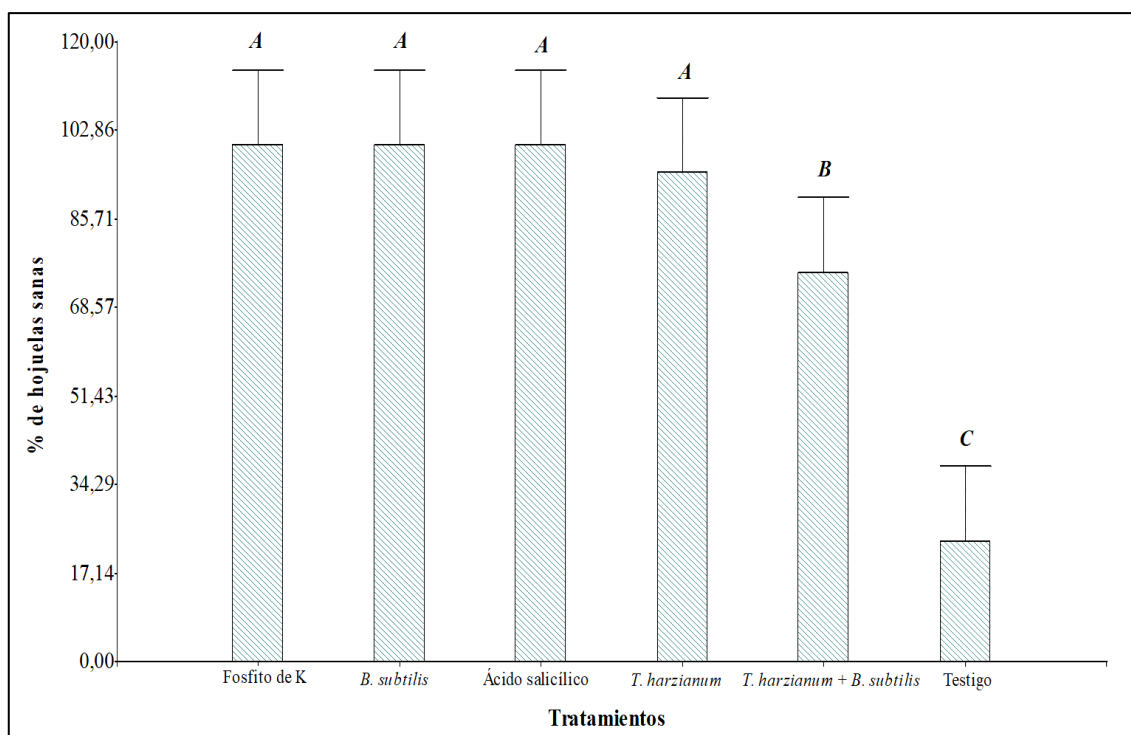
* Correlación significativa; ** Correlación altamente significativa; - Correlación inversamente proporcional

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Por otro lado, la severidad y el rendimiento se correlacionaron significativamente de forma negativa, esto debido a que se obtuvo un valor de -0.54 , lo que significa que al tener un porcentaje alto de severidad (nivel de daño) de PMP, este influye negativamente sobre el rendimiento y calidad de los tubérculos. Asimismo, para la dinámica poblacional (ninfas/planta) versus el rendimiento se identificó una correlación negativa con un valor de -0.65 , es decir, que hay efectos adversos sobre el rendimiento. Sin embargo, los resultados obtenidos corroboran a lo mencionado por Guachamin (2021, pp. 50-53), quien sostiene que la dinámica poblacional de *B. cockerelli* (ninfas), el porcentaje de severidad y la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) influye negativamente sobre el rendimiento en el cultivo de papa.

3.9. Prueba de fritura y Test de manchado

El análisis de medias para el porcentaje de fritura deseable identificó tres rangos de significancia, ubicándose en el primer rango (a) los tratamientos a base de fosfitos de K, ácido salicílico, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* con el 100%, 100%, 100% y 94.67%, respectivamente de hojuelas sanas; asimismo, en el segundo rango (b) se ubicó a la interacción de *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis* con el 75.33% de hojuelas sin quemado; finalmente el testigo absoluto con el promedio más bajo en relación a la fritura deseable se colocó en el tercer rango (c) con apenas el 12.67% (Gráfico 15-3).



Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0,05$).

Gráfico 14-3. % de fritura de hojuelas sanas en plantas tratadas con dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

El análisis de varianza para la estimación del manchado en los tubérculos causado por CLso ($P < 0,05$) (Tabla 32-3).

Tabla 35-3: ANOVA para el test de manchado en plantas tratadas con 2 elicitores sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios			
		% de fritura sana	valor <i>P</i>	% de fritura quemada	valor <i>P</i>
Total	17				
Tratamientos	5	2771 **	0.001	2770 **	0.001
Repetición	2	1.59 ^{ns}	0.94	1.56 ^{ns}	0.9
Error	10	26		26.09	
CV %		6.21		28.73	
Promedio		82.22%		17.78%	

Diferencias significativas *($p < 0,05$), diferencias altamente significativas **($p < 0,01$), ns: no significativo ($p > 0,05$).

Realizado por: Cuenca S., 2021.

Al freír las hojuelas, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de manchado en los tubérculos fueron: el Testigo, *T. harzianum* y la interacción a base de *T. harzianum* + *B. subtilis*, mismos que no se ajustaron a la escala propuesta por Harrizon *et al.*, (2019, p. 4), quien indica que el manchado o el rayado de la papa (Zebra chip) es una sintomatología típica provocada por CLso, sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio difieren a los mencionados por el autor antes señalado.

Así, el porcentaje de manchado (material no deseable) que se obtuvo en la prueba de fritura quizá no se relacionó a la patogenicidad de la enfermedad, sino más bien a un aspecto relacionado a la fertilización (nutrición), esto debido a que para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo se utilizó una fuente orgánica (materia orgánica vacuno) que posiblemente influyó en la calidad de los mismos (Figura 9-3).



Figura 10-3. Prueba de fritura y test del manchado en plantas tratadas con dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo agroecológico de PMP, var. Superchola.

Realizado por: Cuenca S., 2021.

De acuerdo con un estudio realizado por Valverde & Alvarado (2009, pp. 1-4), sostienen que la calidad interna de los tubérculos está relacionada con la nutrición de la materia orgánica, es decir que, a dosis altas de esta fuente (mayor a 15 t/ha) el porcentaje de hojuelas sanas disminuyeron al freírlas. Ante este argumento, probablemente surge la premisa de que la cantidad de material no deseable fue el producto del factor nutricional y de la severidad de la PMP en todos sus niveles.

Por otro lado, el análisis de medias detectó dos rangos de significancia para el porcentaje de fritura no deseable (Tabla 36-3), donde el testigo se ubicó en el primer rango (a) con el 76.67%, mientras que, en el segundo rango (b) se colocaron los demás tratamientos con valores inferiores al 5% de hojuelas quemadas. Cabe señalar que el test de fritura es una metodología que se utiliza de manera indirecta, por lo que, a través de esta se puede estimar el nivel de daño asociado a CLso y por su vector *Bactericera cockerelli*.

Tabla 36-3: Medias y rangos de significancia para el test del manchado en plantas tratadas con 2 elicitors sintéticos y 2 microorganismos para el manejo agroecológico de PMP.

Test de manchado (prueba de fritura)		
Medias y rangos de significancia		
Tratamientos	% de fritura sana	% de fritura quemada
Fosfitos de K	100 a	0.00 c
<i>Bacillus subtilis</i>	100 a	0.00 c
Ácido salicílico	100 a	0.00 c
<i>Trichoderma harzianum</i>	94.67 a	5.33 b
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	75.33 b	24.67 b
Testigo	23.33 c	76.67 a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$)

Realizado por: Cuenca S., 2021.

3.10. Análisis económico

Para la sistematización (análisis económico) de la ganancia bruta, la ganancia neta y la tasa de retorno marginal TAMAR (relación entre los costos variables y el beneficio neto) se tomó en cuenta el costo referencial de papa en el mes de marzo - abril del año 2021, los precios del mercado en este rubro fueron: categoría primera USD 27, categoría segunda USD 18, categoría tercera USD 14 y cuarta USD 8, puesto que, a partir de la información citada se calculó los ingresos y egresos del cultivo en función del rendimiento (Tabla 37-3). Por otra parte, el análisis marginal de los resultados muestra que todos los tratamientos en estudio a excepción del testigo presentan un porcentaje positivo en la TAMAR, por tanto, los elicitors y los microorganismos generaron beneficios por cada unidad monetaria invertida en el manejo del cultivo.

Asimismo, si bien todos los tratamientos generaron ganancia, con el elicitor a base de ácido salicílico se obtuvo la mayor TAMAR por cada dólar invertido, es decir, que la tasa de retorno marginal de este elicitor alcanzó un 123.25%, con un beneficio de USD 1.23 por cada dólar invertido.

A su vez, el análisis marginal determinó que el tratamiento testigo donde no se aplicó ningún elicitor generó un TAMAR negativo de -1.08% , es decir, que en este tratamiento no se logró obtener ninguna ganancia, sino lo contrario; por cada dólar invertido se generó pérdida de USD 1.08, esto por efectos directos al grado de severidad de la PMP obtenida en campo.

Tabla 37-3: Análisis económico de los tratamientos evaluados en el manejo agroecológico de la PMP, var. Superchola, Mejía, Pichincha 2021.

Tratamientos (Elicitores)	Ingresos (USD)				USD/ ha			TAMAR (%)
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Beneficio bruto	Costo de producción	Beneficio neto	
<i>B. subtilis</i>	678.77	502.48	1082.11	1599.91	3863.27	3030.30	832.96	27.49
<i>T. harzianum</i>	744.87	386.91	684.67	1553.88	3370.33	3160.06	210.27	6.65
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	669.03	434.72	382.83	1810.19	3296.77	2944.37	352.40	11.97
Ácido salicílico	1752.01	1063.92	917.16	1886.46	5619.55	2517.16	3102.38	123.25
Fosfito de K	912.23	715.73	582.23	1859.08	4069.28	2875.35	1193.93	41.52
Testigo	381.33	286.59	809.01	1008.94	2485.87	2513.00	-27.13	-1.08

Realizado por: Cuenca S., 2021.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos para las variables severidad (%) y rendimiento (t/ha) se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

1. Los microorganismos y elicitores evaluados incidieron en un 25% y 16% sobre las poblaciones de ninfas y huevos de *Bactericera cockerelli*, respectivamente, con poblaciones superiores al umbral económico permitido en todos los tratamientos (1 ninfa/planta).
2. Se determinó que ningún elicitor y microorganismo aplicados en plantas enfermas con PMP influyeron sobre la incidencia. Sin embargo, la severidad sí estuvo determinada por uno de ellos, es decir, que si se observó influencia de los elicitores sintéticos y microorganismos en la agresividad de la enfermedad (patogenicidad), puesto que los mejores tratamientos para este indicador fueron; *Trichoderma harzianum* y fosfitos de K, mismos que presentaron valores de 71.6% y 70%, respectivamente.
3. La mejor productividad se obtuvo con el tratamiento a base de ácido salicílico, puesto que alcanzó un rendimiento de 19.25 t/ha, producción que generó la mejor tasa de retorno marginal (TAMAR). Asimismo, los tratamientos con fosfitos de K, *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma harzianum* y el testigo absoluto, obtuvieron rendimientos de 15.70 t/ha, 14.91 t/ha, 13.66 t/ha, 13.20 t/ha y 9.65 t/ha, respectivamente, producción que generó un TAMAR positivo en todos los tratamientos, a excepción del testigo.
4. El tratamiento a base de ácido salicílico con un 123.25% fue el que mayor tasa de retorno marginal (TAMAR) generó, es decir que, por cada 1.00 USD invertido, se espera recobrar 1.00 USD y obtener una rentabilidad de 1.23 USD adicional a lo invertido.

RECOMENDACIONES

1. Repetir el ensayo con otros genotipos de papa en nichos potencialmente agroecológicos para evaluar el comportamiento de los agentes causales que provocan la enfermedad, utilizando el ácido salicílico en dosis de 0.001mM.
2. Realizar ensayos con otras especies de solanáceas disminuyendo la frecuencia de aplicación del ácido salicílico, que permitan evaluar el comportamiento de la PMP frente a este elicitador.
3. Implementar o considerar a *Bacillus subtilis* para el manejo de la PMP, por su efecto positivo en la reducción de los daños producidos por la enfermedad en los tubérculos.
4. Hacer uso de semilla proveniente de plantas tratadas con *Bacillus subtilis* y ácido salicílico, por su efecto potencial en la producción de plantas vigorosas.
5. Realizar estudios in situ en donde se tenga una alta incidencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y *Candidatus phytoplasma* para evaluar el efecto de *Bacillus subtilis*, ácido salicílico y los fosfitos de K.
6. Realizar estudios moleculares para cuantificar la expresión relativa de los genes que están siendo activados en las vías de defensa a la PMP con los diferentes productos elicitores.

GLOSARIO

AGRICULTURA SUSTENTABLE: sistemas de producción que permiten obtener alimentos de forma saludable, económicamente viable y socialmente aceptable, preservando el potencial de los recursos naturales productivos sin alterar la calidad presente y futura del recurso suelo. Se consideran modelos de agricultura sustentable: la agroecología, agricultura orgánica, ecológica, permacultura, entre otras (Asamblea del Ecuador, 2017).

AGROECOLOGÍA: disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia (Altieri, 2000, p. 14).

ANDISOLES: son suelos de origen volcánico (cenizas), que se forman a partir de procesos de meteorización bajo condiciones ácidas en climas húmedos y se encuentran distribuidos en regiones con una considerable actividad volcánica (Silva et al., 2021, p. 56).

ANTIBIOSIS: producción de sustancias por parte del antagonista que inhibe al organismo patógeno (Hoyos, 2011, p. 6).

BACTERIOMAS: llamadas también micetomas y se les denomina así a los órganos en donde residen las bacterias simbióticas causantes de patologías (Cooper, 2014, p. 10).

BIOCIDA: sustancias compuestas por una o más sustancias activas incluido microorganismos, que destruyen, contrarrestan, neutralizan o ejercer un control sobre un organismo nocivo (Ministerio de España, 2019, p. 1).

ELICITOR: son moléculas del patógeno capaces de desencadenar una respuesta por parte del hospedero, además, estos activan respuestas en plantas hospederas y no hospederas (Burbano, 2020, p. 4).

ENDÓFITO/TA: microorganismos que colonizan la mayor parte de su ciclo de vida los tejidos de la planta hospedera sin causar daño evidente (Paris, 2016, p. 4).

FITOPLASMA: procariontes que carecen de pared celular, habitan en los elementos cribosos y su crecimiento es limitado en el floema, su transmisión de una planta enferma a una sana se lleva a cabo por insectos (Hemíptera) que se alimentan de la sabia infectada (Crizon, 2017, p. 5).

FOTOSINTATOS: también conocidos como fotoasimilados, estos tienen cuatro vías fisiológicas sustanciales: crecimiento, almacenamiento, gasto para el mantenimiento de los tejidos y gasto para la operación, especialmente la absorción de iones desde la raíz (Gutschick, 1997, p. 39).

GLÁNDULAS SALIVALES: Aparato bucal interno de los insectos y trasmisor de enfermedades durante la alimentación (herbivoría) (Gutiérrez, 2009, p. 81).

HIPOVIRULENCIA: describe la disminución de la virulencia en algunos tipos de patógenos (Hoyos, 2011, p. 7).

HUELLA HÍDRICA: es el volumen de agua dulce utilizada a lo largo de la cadena de producción para obtener un kilogramo de alimento (Améquita, 2015, p. 23).

MANEJO AGROECOLÓGICO: manejo que permite optimizar el uso del suelo, el ciclaje de nutrientes, de materia orgánica y las poblaciones balanceadas de plagas (Altieri, 2000, p. 15).

MICROCLIMA: condiciones atmosféricas (clima) propias de un entorno reducido y que constituye una alteración local del clima de un punto geográfico (Promis et al., 2010, pp. 130-131).

MOLLICUTE: significa “piel blanda” y esta denominación al grupo es por la carencia de la pared celular (Batlle & Laviña, 2020, pp. 39-40).

PAMP O MAMP: desde el punto de vista inmunológico de las plantas, los MAMP son receptores de reconocimiento desarrollados para identificar compuestos microbianos (Zipfel, 2009, pp. 415-416).

PARÁSITOS OBLIGADOS: organismos que dependen directamente del huésped para su subsistir y dispersarse (Batlle & Laviña, 2020, pp. 39-40).

PRIMING: Sensibilización generalizada en toda la planta y activación de defensas ante un ataque patogénico, este mecanismo se caracteriza por una fuerte activación celular (Pieterse, 2014, p. 355).

PROTOZOARIOS: microorganismo unicelular de ciclo de vida no muy bien definido, que además, pasa por distintos hábitats, hospederos y diferentes estadios (Batlle & Laviña, 2020, pp. 39-40).

RESILIENCIA: propiedad ecosistémica fruto de la biodiversidad y que se presenta como la capacidad de recuperación después de haber sufrido algún fenómeno o tipo de perturbación, ya sea de manera natural o de origen antropológico (Thompson, 2011, pp. 26-27).

RESPUESTA HIPERSENSIBLE (HR): mecanismo utilizado por las plantas para prevenir la colonización de un organismo patógeno. Esta respuesta se caracteriza por la muerte celular en la región próxima al sitio de infección (Burbano, 2020, p. 4).

R-ESTRATEGAS: en ecología de poblaciones los R-estrategas son especies que tienen una alta capacidad reproductiva, capacidad de dispersión y muy bien adaptados para explotar nuevos hábitats. El orden Hemiptera (Triozidae) son un ejemplo de este tipo de especies, por lo que, su ciclo de vida es muy corto y generalmente son muy sensibles a gradientes de temperatura (Feres et al., 2019, pp. 11-12).

PRR: componentes cruciales del sistema inmunológico de las plantas que perciben dos clases de moléculas llamadas PAMP y DAMP (Burbano, 2020, p. 4).

SEGURIDAD ALIMENTARIA: condiciones que posibilitan a la humanidad a tener acceso físico, económico y social a una dieta segura que les permita satisfacer sus necesidades alimentarias y vivir de una manera productiva y saludable acorde a sus preferencias culturales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, p. 19).

SIDERÓFOROS: compuestos químicos de bajo peso molecular, sintetizadas y secretadas por microorganismos (bacterias, hongo, cianobacterias) que intervienen en la absorción de iones como el hierro (Crichton, 2019, p. 83).

SÍNTOMA: expresión visible de una condición patológica en una planta sensible (Cuervo, 2006, p. 49)

SINTOMATOLOGÍA: estudia los síntomas y los signos que producen los patógenos en las plantas que atacan, su conocimiento es indispensable para el diagnóstico de las enfermedades (Pieterse et al., 2014, p. 355).

TEJIDO EPITELIAL: células que cubren las glándulas y órganos huecos del insecto, asimismo, el epitelio intestinal es una barrera que regula la absorción de nutrientes y el intercambio controlado por iones y agua, excluyendo compuestos tóxicos y de agentes microorganismos (Huang, 2015, pp. 8-10).

VARIEDAD: es una agrupación de plantas dentro de un taxón botánico único del rango más bajo conocido, que se define por la expresión de sus características particulares y otras de carácter genético (Asamblea del Ecuador, 2017, p. 20).

BIBLIOGRAFÍA

ALMEYDA, I.; SÁNCHEZ J.; & GARZÓN J. "Vectores causantes de la punta morada de la papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Agricultura Técnica en México* [en línea], 2008, (México) 34(2), pp. 142-143. [Consulta: 10 diciembre 2020]. ISSN 0568-2517. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0568-25172008000200001&script=sci_abstract.

ALTIERI, Miguel.; & NICHOLLS, Clara. *Agroecología; Teoría y práctica para una agricultura sustentable* [en línea]. México, 2000. [Consulta: 5 enero 2021]. ISBN: 968-7913-04-X. Disponible en: <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>.

ALTIERI, Miguel. *Agroecología; Bases científicas para una agricultura sustentable*. [en línea], Lima-Perú, 2017. [Consulta: 21 diciembre 2020]. ISBN: 9974-42-052-0. Disponible en: https://www.biodiversidadla.org/Documentos/AGROECOLOGIA_Bases_cientificas_para_una_agricultura_sustentable

ANDRADE, Jorge; KROMANN, Peter; & OTAZÚ, Victor. *Manual para la Producción de semilla de papa usando Aeroponía: diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Quito-Ecuador, 2015. ISBN: 978-92-9060-455-6, pp. 17-18.

ARAUJO, Marco; CARTAGENA, Yamil; CASTILLO Carmen. et al. *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. 3° ed. Mejía-Pichincha-Ecuador, 2021. ISBN: 978-9942-22-499-6, pp. 17-70.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. *Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura* [en línea]. Pichincha-Quito-Ecuador, 2017. [Consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>.

BATLLE, A.; & LAVIÑA, A. "Control de enfermedades de plantas". *Fitopatología*; Publicación oficial de la Sociedad Española de Fitopatología (SEF) por el año de internacional de sanidad vegetal [en línea], 2020, (España) 2(5), pp. 39-40. [Consulta: 28 febrero 2021]. ISSN: 2659-2975. Disponible en: <https://sef.es/sites/default/files/publications/fitopatologiaSEFn5.pdf>

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR (BCE). *Reporte de coyuntura sector agropecuaria* [en línea]. Quito-Ecuador, 2019. [Consulta: 5 diciembre 2020]. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201804.pdf>.

BERENDSEN, R.; PIETERSE, C.; & BAKKER P. "The rhizosphere microbiome and plant health". *Trends in Plant Science* [en línea], 2012, (United States of America), 17(8), p. 481. [Consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1360138512000799>

BURBANO, Oscar. "Plant resistance to pathogens: A review describing the vertical and horizontal resistance concepts". *Revista Argentina de Microbiología* [en línea], 2020, (España) 52(3), p. 4. [Consulta: 3 junio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.04.006>

BUYSENS, C.; CÉSAR V.; BOULOIS, H. et al. "Inoculation of *Medicago sativa* cover crop with *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum* increases the yield of subsequently-grown potato under low nutrient conditions". *Applied Soil Ecology* [en línea], 2016, (Bélgica) 105(1), pp. 137-138. [Consulta: 9 abril 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139316301135?via%3Dihub>

CAICEDO, J.; VALLEJO, M.; SIMBAÑA, L. et al. "First report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* causing leaf discoloration and wilting in tamarillo and cape gooseberry in Ecuador". *New Disease Reports* [En línea], 2020, (Ecuador) 41(1), pp. 2-5. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.5197/j.2044-0588.2020.041.030>

CAICEDO, J.; CRIZÓN, M.; POZO, A. et al. "First report of *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador". *New Disease Reports* [en línea], 2015, (Ecuador) 32(1), pp. 1-5. [Consulta: 4 marzo 2020]. Disponible en: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.5197/j.2044-0588.2015.032.020>

CASTILLO, Carmen; PALTRINIERI, Samanta; BUTRÓN, Johanna. et al. "Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador". *Australasian Plant Pathology* [en línea], 2018, (Ecuador) 47(3), p. 311. [Consulta: 6 abril 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13313-018-0557-9>

CIMMYT. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; Un manual metodológico de evaluación económica* [en línea]. D.F. Mexico: Lisboa, 1998. [Consulta: 15

mayo 2021]. Disponible en:

<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

CIP. *Datos y cifras de la papa* [en línea]. Lima-Perú, 2020. [Consulta: 28 enero 2021]. Disponible en: <https://cipotato.org/potato/potato-facts-and-figures/>

CIP. Building diverse and healthier diets for Africa's growing population [en línea]. CIP-África, 2020. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <https://cipotato.org/blog/building-diverse-healthier-diets-africas-growing-population/>.

COOPER, RODNEY. "Dissecting a Potato Pathogen's Hiding Place in Its Insect Vector". Solving Problems for the Growing World [en línea], 2014, (USDA-ARS-United States of America) 62(5), p. 10. [Consulta: 17 abril 2021]. ISSN: 2169-8244. Disponible en: <https://agresearchmag.ars.usda.gov/AR/archive/2014/May/May-June2014.pdf>

CRICHTON, Robert. *Capítulo 4. Ligandos biológicos para iones metálicos. Química biológica inorgánica* [en línea]. 3ª ed. Lovaina-Bélgica: ACADEMIC PRESS, 2019. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811741-5.00004-7>

CRIZON, Mauricio. Identificación molecular del fitoplasma causante de la punta morada de la papa y ensayos de resistencia sistémica adquirida [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Facultad de ciencias agrícolas, Escuela de Agronomía. Quito, Ecuador. 2017, pp. 5-32. [Consulta: 18 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13057/1/T-UCE-0004-43-2017.pdf>

CUERVO, Y.; ESPADAS, M.; & ZITA G. *Manual de prácticas de Ingeniería Agrícola*. Cuautitlán-México: UNAMFESC, 2006. p. 49.

CUESTA, X.; RIVADENEIRA, J.; & MONTEROS, C. *Mejoramiento genético de papa: conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos* [en línea]. Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2015. [Consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3227/1/iniapscpm426.pdf>

CUESTA, X.; PEÑAHERRERA, D.; VELÁSQUEZ, J., et al. *Guía de manejo de la punta morada de la papa* [en línea]. 2ª edición; manual técnico N°104. Quito- Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2021. [Consulta: 29 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>

CUESTA, X; RIVADENEIRA, J; PUMISACHO, M. et al. *Manual del cultivo de papa para pequeños productores* [en línea]. 2ª edición. Quito-Ecuador: INIAP, 2014. [Consulta: 10 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3033/1/iniapscm78.pdf>

DANIEL, Rosalie; & GUEST, Daniel. "Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*". *Physiological and Molecular Plant Pathology* [en línea], 2006, (Australia) 67(3-5), pp. 194-195. [Consulta: 3 julio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2006.01.003>

DELGADO, J.; BELTRÁN, M.; CERNA, E. et al. "*Candidatus* Liberibacter solanacearum vascular pathogen of solanaceae; Diagnosis and control". *Rev. especializada en ciencias químico-biológicas* [en línea], 2019, (México) 22(1), p. 6. [Consulta: 03 julio 2021]. ISSN: 1405-888X. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.177>

DIAZ PUENTES, Luz. "Systemic acquired resistance induced by salicylic acid". *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial* [en línea], 2012, (Venezuela) 10(2), pp. 259-260. [Consulta: 17 abril 2021]. Disponible en:

<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/813/437>

DODDS, P.; & RATHJEN J. "Plant immunity: towards an integrated view of plant-pathogen interactions". *Nature Reviews Genética* [en línea], 2010, (Australia) 11(8), p. 541. [Consulta: 12 marzo 2021]. PMID: 20585331. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20585331/>

FAO. *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. adopted by the Hundred and Twenty-third Session of the FAO* [en línea]. Roma-Italia: FAO, 2013. [Consulta: 20 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/bt565e/bt565e.pdf>.

FAO. *Producción orgánica de cultivos andinos; Manual técnico* [en línea]. Cotopaxi-Ecuador: MAG-FAO, 2012. pp. 3-4. [Consulta: 16 abril 2020]. Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

FERERES, Alberto; & ARANDA, Miguel. "Impacto del cambio climático sobre los virus de plantas y sus insectos vectores". *Rev. de la Sociedad Española de Fitopatología (SEF)*, n° 4 (2019), (España) pp. 11-13.

FIRRAO, G. "*Candidatus* Phytoplasma, a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects". *Microbiology Society-IRPCM* [en línea], 2004, (USA) 54(4), pp. 1245-1247. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1099/ij.s.0.02854-0>

FLORES, Román; MARTÍNEZ, Ricardo; LÓPEZ, Humberto. et al. "Aplicación periódica de bajas concentraciones de paclobutrazol y ácido salicílico en papa en invernadero". *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* [en línea], 2016, (México) 7(5), pp. 1143-1144. [Consulta: 9 abril 2021]. ISSN: 200709. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000501143

GAO, Qing; ZHU, Shifeng; KACHROO, Pradeep. et al. "Signal regulators of systemic acquired resistance". *Frontiers in plant science* [en línea], 2015, (United States of America) 6(2), pp. 6-9. [Consulta: 27 enero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00228>

GLAZEBROOK, Jane. "Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens". *Annual Review of Phytopathology* [en línea], 2005, (USA) 43(1), p. 219. [Consulta: 9 junio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.040204.135923>

GUACHAMIN, Oscar. Evaluación de seis sistemas de rotación de insecticidas para el manejo de *Bactericera cockerelli* en la variedad de papa INIAP-Libertad [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agronómica) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2021. pp. 50-53. [Consulta: 15-06-2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23492?mode=full>

GUERRA, Tiziana; SCHILLING, Silke; MERLUZA, Katharina. et al. "La proteína quinasa 5 dependiente del calcio vincula la señalización del calcio con el ácido N-hidroxi-1-pípecólico y la memoria inmunitaria dependiente de SARD1 en la resistencia sistémica adquirida". *New Phytologist* [en línea], 2020, (Alemania) 225(1), pp. 1-2. [Consulta: 22 julio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/nph.16147>

GUTSCHICK, Vincent. *Ecology in Agriculture; Photosynthesis, Growth Rate, and Biomass Allocation*. United states of America, 1997. ISBN: 978-0-12-378260-1. p. 39.

HARMAN, Gary; HOWELL, Charles; VITERBO, Ada. et al. "Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts". *Nature Reviews Microbiología* [en línea], 2004, (USA) 2(1), p. 43. [Consulta: 8 febrero 2021]. Disponible en: DOI: 10.1038 / nrmicro797

HARRISON, Kyle; TAMBORINDEGUY, Cecilia; SCHEURING, Douglas. et al. "Differences in Zebra Chip Severity between ‘*Candidatus Liberibacter Solanacearum*’ Haplotypes in Texas". *Revista Estadounidense de Investigación de la Papa* [en línea], 2019, (USA) 96(1), pp. 4-8. [Consulta: 24 mayo 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12230-018-9692-7>

HERNÁNDEZ, José; DÍAZ, Pedro; BARBA, Gregorio. et al. "Sobre el papel del ácido salicílico en las respuestas de las plantas al estrés ambiental". *Ácido salicílico; una hormona multifacética* [en línea], 2017, (España), pp. 17-34. [Consulta: 11 febrero 2021]. ISBN: 978-981-10-6068-7. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-10-6068-7_2

HERNÁNDEZ, Vidal. Factores abióticos y su relación con el síndrome de la punta morada de la papa. [En línea] diciembre de 2006. [Citado el: 8 febrero 2021]
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3827/k%2059734%20Hernandez%20Garcada%20Vidal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HERRERA, David. "Uso del sistema de apoyo a la decisión (SAD) en el manejo de *Phytophthora infestans* (Mont.) de bary, en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*". *Revista Científica Agropecuaria RECIENA* [en línea], 2021, (Ecuador) 1 (1), pp. 1-2. [Consulta: 16 julio 2021]. ISSN 2773-7608. Disponible en:
<http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/view/549>

HIMENO, Misako; KITAZAWA, Yugo; YOSHIDA, Tetsuya. et al. "Purple top symptoms are associated with reduction of leaf cell death in phytoplasma-infected plants". *Scientific Reports* [en línea], 2014, (Japon) 4 (4111), pp. 3-5. [Consulta: 23 marzo 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/srep04111>

HOYOS, Lilliana. *Enfermedades de plantas: Control biológico* [en línea]. 2011. Bogotá-Colombia: ECOE EDICIONES. [Consulta: 13 noviembre 2020] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esPOCH/69125>.

HUANG, J.; JING, X.; DOUGLAS, A. "The multi-tasking gut epithelium of insects". *Bioquímica de insectos y biología molecular* [en línea], 2015, (Japon) 67 (1), pp. 8-10. [Consulta: 18 mayo 2021]. ISSN 0967-1748. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2015.05.004>

HUANG, Weijie; REYES, Paola; MANN, Marina. et al. "Bacterial Vector-Borne Plant Diseases: Unanswered Questions and Future Directions". *Molecular Plant* [en línea], 2020, (Japon) 13 (10), pp. 1380-1382. [Consulta: 12 enero 2021]. ISSN 1654-2072. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.08.010>

IICA. *Organizaciones promueven consumo de papa por la salud del Ecuador* [blog]. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, 2020. [Consulta: 6 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/organizaciones-promueven-consumo-de-papa-por-la-salud-del-ecuador>

INEC. "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020 para el rubro papa". *Instituto Nacional de Estadística y Censo, Ecuadorencifras* (2020) (Ecuador) pp. 17-24.

INIAP. *Catálogo de variedades de papa* [en línea]. Quito-Ecuador: FAO-INIAP, 2016. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2748>

IPPC. *DP 21: 'Candidatus Liberibacter solanacearum'* [en línea]. USA: International Plant Protection Convention, 2017. [Consulta: 16 diciembre 2020]. Disponible en: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2017/04/DP_21_2017_En_2017-03-31.pdf

JEREIJSEN, J. "Ecology and management of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in New Zealand" *Revista de Agricultura Integrativa* [en línea], 2021, (New Zealand) 19 (2), pp. 334-335. [Consulta: 20 agosto 2021]. ISSN 2095-3119. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62641-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62641-9)

KESWANI, Chetan; MISHRA, Sandhya; KUMAR, Birinchi. et al. "Unraveling the efficient applications of secondary metabolites of various *Trichoderma* spp". *Appl Microbiology Biotechnology* [en línea], 2013, 98 (2), pp. 533-534. [Consulta: 2 julio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5344-5>

KUMAR, D. "Chemical elicitors of systemic acquired resistance—Salicylic acid". *Biologia Vegetal actual* [en línea], 2019, (USA) 17 (1), pp. 48-49. [Consulta: 5 agosto 2021]. ISSN 2214-6628 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2019.03.002>

KURIOKA, Mitsuko; MARTIRENA, Victoria; MULVANY, Jean. Evaluación de metabolitos inducidos en plantines de *Eucalyptus* en vivero sobre sustrato inoculado con *trichoderma* (Trabajo de titulación) (Pregrado). [en línea] Universidad de la República, Facultad de Agronomía. (Montevideo-Uruguay). 2013. p. 33. [Consulta: 11 abril 2021]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1756>

LEE, Ming; GUNDERSEN, Dawn; DAVIS, Robert. et al. "Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16s rRNA and ribosomal protein gene sequences". *International Journal of Systematic Bacteriology* [en línea], 1998, (USA) 48 (1), pp. 1153-1155 [Consulta: 3 julio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1099/00207713-48-4-1153>

LEVINE, Alex; TENHAKEN, Raimund; DIXON, Richard. et al. "H₂O₂ from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response". *Cell* [en línea], 1994, (USA) 79 (4), p. 583. [Consulta: 10 noviembre 2020]. ISSN 0092-8674. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(94\)90544-4](https://doi.org/10.1016/0092-8674(94)90544-4)

LIM, Gah; LIU, Huazhen; YU, Keshun. et al. "La cutícula de la planta regula el transporte apoplásico de ácido salicílico durante la resistencia sistémica adquirida". *Avances Científicos* [en línea], 2020, (USA) 6 (19), pp. 3-9. [Consulta: 3 febrero 2021]. PMID 32494705. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz0478>

LIN, Hong; LOU, Binghai; GLYNN, J.M. et al. "The Complete Genome Sequence of 'Candidatus Liberibacter solanacearum', the Bacterium Associated with Potato Zebra Chip Disease". National Center for Biotechnology Information [en línea], 2011 (USA) 6 (4), pp. 4-7 [Consulta: 9 mayo 2021]. PMID 21552483 Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019135>

LÓPEZ, Humberto; SCOTT, Ian. "Induction of in vitro tuberization of potato microplants by acetylsalicylic acid". *Journal of Plant Physiology* [en línea], 1997 (USA) 151 (1), pp. 74-77. [Consulta: 23 junio 2021]. ISSN 0176-1617. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(97\)80039-9](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(97)80039-9)

LORITO, Mateo; WOO, Sheridan. *Trichoderma: A Multi-Purpose Tool for Integrated Pest, Management* [en línea]. 2014: Lugtenberg B. (eds), 2014. [Consulta: 20 mayo 2021]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-08575-3_36

LUGTENBERG, Ben; KAMILOVA, Faina. "Plant-growth-promoting rhizobacteria". *Annu Revista Biotechnology* [en línea], 2009, (USA) 63 (1), pp. 541-545. [Consulta: 14 septiembre 2021]. PMID 19575558. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>

MAG. Informe de rendimientos objetivos de papa; Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). 2020 (Quito-Ecuador) pp. 2-3.

MAIQUEZ, Carolina. Evaluación del efecto de tres categorías de elicitors para el manejo de punta morada (Trabajo de titulación) (Pregrado). [en línea] Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica. (Quito-Ecuador). 2021. pp. 41-53. [Consulta: 22 abril 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22718>

MARAMOROSCH, Karl. "Historical reminiscences of phytoplasma discovery". *Bulletin of Insectology*, 1, 64 (2011), (USA) pp. 85-86.

MARTÍNEZ, Ainhoa; FERNÁNDEZ, Iván; SÁNCHEZ, María. et al. "Deciphering the hormonal signaling network behind the systemic resistance induced by *Trichoderma harzianum*

in tomato" *Frontiers en Ciencias Vegetales* [en línea], 2013, (España) 4 (1), pp. 2-3. [Consulta: 18 enero 2021]. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00206>

MASTROCOLA, NICOLA. "Catálogo de variedades de papa del Ecuador". Publicación Miscelánea FAO-INIAP [en línea], 2016, (Ecuador) 1 (427), pp. 4-8. [Consulta: 26 agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2748>

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. *Reglamento 528/2012 relativo a la comercialización y uso de biocidas (BPR) de la Unión Europea* [blog]. España: Gobierno de España, 2019. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/biocidas/>

MORENO, Estefania. Evaluación de un bactericida para el manejo del Complejo Punta Morada en dos categorías de semilla de papa variedad Superchola (Trabajo de titulación) (Pregrado). [en línea] Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica. (Quito-Ecuador). 2020. 13-14. [Consulta: 16 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21983>

MUNYANEZA, J.; HENNE, D. *Plagas de insectos de la papa: perspectivas globales sobre biología y manejo: Capítulo 4 Plagas de saltahojas y psílicos de la papa* [en línea]. USA: Academic Press, 2013. [Consulta: 16 diciembre 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-386895-4.00004-1>

NCBI. Taxonomy Browser. Oxford: National Center for Biotechnology Information, 2020. [Consulta: 21 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=33926>.

OLIVARES, Perla. Identificación filogenética de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y su efecto en la calidad fisiológica de la semilla de chile jalapeño (Trabajo de titulación) (Maestría). [en línea] Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo (Texcoco-México). 2013. 4-22. [Consulta: 21 abril 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/4zp0odr-q-identificacion-filogenetica-candidatus-liberibacter-solanacearum-calidad-fisiologica-jalapeno.html>.

PADILLA, Mayela; ECHEVERRIA, Luis; MORA, Floribeth. "Servicio fitosanitario del estado (SFE) desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de *Bactericera cockerelli*". *Actualidad Fitosanitaria*, 1, 45, (2010), (Costa Rica) pp. 1-4.

PARIS, Mihaela. Diversidad y distribución de hongos endófitos en endemismos canarios (Trabajo de titulación) (Pregrado). [en línea] Universidad de la Laguna, Facultad de Ciencias sección Biología, Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. La Laguna (San Cristobal-España). 2016. p. 4 [Consulta: 18 marzo 2021]. Disponible en: <https://riull.uil.es/xmlui/bitstream/handle/915/6750/Diversidad%20y%20distribucion%20de%20hongos%20endofitos%20en%20endemismos%20canarios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PAUCAR, B.; MAIQUEZ, C.; PEÑAHERRERA, D. *Evaluación de elicitores para el manejo de la punta morada de la papa en la variedad Superchola*. Quito, Ecuador: INIAP. p. 67.

PEÑA, R. "Evaluación agronomica de seis genotipos de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico" (Trabajo de titulación) (Pregrado). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba (Riobamba-Ecuador). 2013. pp. 74-75 [Consulta: 9 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/3302>

PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ, Ana; VIÑUELA, Elisa. "Impact of the zoophytophagous predator *Engytatus varians* (Hemiptera: Miridae) en el control de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae)". *Control Biológico* [en línea], 2019, (México) 132 (1), pp. 13-14. [Consulta: 19 marzo 2021]. ISSN 1049-9644. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.12.009>

PIETERSE, Corné; ZAMIOUDIS, Christos; BERENDSEN, Roeland. et al. "Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes". *Revisión Anual de Fitopatología* [en línea], 2014, (Países Bajos) 52 (1), pp. 348-355. [Consulta: 18 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-phyto-082712-102340>

PROMIS, Alvaro; CALDENTEY, Juan; IBARRA, Manuel. "Microclimate within a *Nothofagus pumilio* forest and the effects of a regeneration felling". *Bosque (Valdivia)* [en línea], 2010, (Chile) 31 (2), pp. 130-131. [Consulta: 15 abril 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002010000200006>

RACINES, Marcelo; CUESTA, Xavier; CASTILLO, Carmen. et al. *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Mejía, Pichincha Ecuador: INIAP, 2021. ISBN 978-9942-22-499-6, pp. 46-48.

RAMIREZ, J.; PORCAYO, E.; SÁNCHEZ, J. "Modelización de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L. (Solanales: Solanaceae)". *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* [en línea], 2013, (Argentina) 45 (2),

pp. 13-27. [Consulta: 25 abril 2021]. ISSN 0370-4661. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837655026>

RAMÍREZ, Jose; PORCAYO, Elvia; SANCHEZ, Jesus. "Modelización de la distribución espacial de *Batericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L. (Solanales: Solanaceae)". Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias [en línea]. 2013, 45 (2), pp. 11-18. [Consulta: 24 agosto 2021]. ISSN: 0370-4661. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837655026>

REYES, Cesar; COOPER, Rodney; HORTON, David. et al. "Asociación de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) con la maleza perenne *Physalis longifolia* (Solanales: Solanaceae) en las regiones productoras de papa del oeste de Idaho". Environmental entomology [en línea]. 2021, 1 (1), pp. 1416-1417. [Consulta: 11 julio 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34392334/>

RIVADENEIRA, Jorge. *Libro de memorias VI congreso ecuatoriano de la papa*. Ibarra, Ecuador: INIAP, 2015. ISBN 978-99429942-6-4, pp. 80-81.

SAMANIEGO, B.; REYES, A.; MORENO, O. et al. "Resistencia sistémica inducida contra virus fitopatógenos mediada por la inoculación con la rizobacteria *Bacillus spp*". *Revista de Protección Vegetal*, 32, 1 (2017), (Cuba) pp. 13-14.

SÁNCHEZ, Gerardo; CASTRO, Elda; BELTRAN, Elda. et al. "El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas". Revista de la DES Ciencias Biológicas Agropecuarias [en línea], 2010, (Mexico) 12 (2), pp. 92-93. [Consulta: 16 julio 2021]. Disponible en: <https://www.biologicas.umich.mx/index.php?journal=biologicas&page=article&op=view&path%5B%5D=83&path%5B%5D=83>

SHEARER, B.; & GRÚA, C. "Variation within the genus *Lambertia* in efficacy of low-volume aerial phosphite spray for control of *Phytophthora cinnamomi*". *Revista Patología Vegetal de Australasia* [en línea], 2011, (Australia) 41 (1), p. 47. [Consulta: 13 mayo 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13313-011-0088-0>

SILVA, Jorge; CAZORLA, Roberto; MEDINA, Carlos. et al. "Allophane, a natural nanoparticle present in andisoles of Ecuador, properties and applications". *La Granja: Revista de ciencias de la vida* [en línea], 2021, (Ecuador) 33(1), p. 56. [Consulta: 25 enero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.05>

SUGIO, A.; KINGDOM, H.; MACLEAN, A. et al. "Phytoplasma protein effector SAP11 enhances insect vector reproduction by manipulating plant". Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. [en línea], 2011, (Alemania) 108 (48), pp. 1256-1258. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.1105664108>

THOMPSON, I. "Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. Ontario". *Unasylva*, 62, 1 (2011), (Canada) pp. 26-27.

TOMILHERO, A.; IBÁÑEZ, F.; MENDOZA, A. et al. "Effects of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' (haplotype B) on *Bactericera cockerelli* fitness and vitellogenesis". Ciencia de los insectos [en línea], 2020, (USA) 27 (1), pp. 5-7. [Consulta: 3 julio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12599>

TRIPATHI, Diwaker; RAIKHY, Gaurav; KUMAR, Dharendra. "Activadores químicos de resistencia sistémica adquirida: ácido salicílico y sus análogos funcionales". Current Plant Biology [en línea], 2019 (USA) 17 (1), p. 48. [Consulta: 16 marzo 2021]. ISSN 2214-6228. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2019.03.002>

VALLEJO, Marjorie. Caracterización filogenética y molecular de 'Candidatus Liberibacter solanacearum' en cuatro especies de la familia Solanáceae [en línea] (Trabajo de titulación). (Agronoma) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2020. pp. 42-43. [Consulta: 16 julio 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21454>

VALVERDE, Franklin; & ALVARADO, Soraya. *Manejo del suelo y la fertilización en el cultivo de papa* [en línea]. Pichincha-Ecuador: INIAP, 2009. [Consulta: 08 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/2496/1/iniapsc343m.pdf>.

VALVERDE, F.; ALVARADO, S.; TORRES, C. et al. *Los abonos orgánicos en la productividad de papa*. Quito, Ecuador: INIAP, 2013. p. 9.

VEREIJSEN, J. "Ecology and management of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in New Zealand". Journal of Integrative Agriculture [en línea], 2020, (New Zealand) 19 (2), pp. 333-337. [Consulta: 23 marzo 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62641-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62641-9)

VILLAREAL, M.; VILLA, E., CIRA, L. et al. "El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola". *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36, 1 (2018), (México), pp. 103-104.

VLOT, A.; DEMPSEY D.; & KLESSING D. "Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease". *Revision anual de Fitopatología* [en línea], 2009, (Alemania) 47 (1), pp. 178-179. [Consulta: 11 abril 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.050908.135202>

WANG, Zhenshuo; LI, Yan; ZHUANG, Lubo. et al. "A Rhizosphere-Derived Consortium of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* Suppresses Common Scab of Potato and Increases Yield". *Revista de Biotecnología Computacional y Estructural* [en línea], 2019, (China) 17 (1), p. 652. [Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2019.05.003>

WOZNIAK, M.; GALAZKA, A.; TYSKIEWICZ, R. et al. "Endophytic Bacteria Potentially Promote Plant Growth by Synthesizing Different Metabolites and their Phenotypic/Physiological Profiles in the Biolog GEN III MicroPlate™ Test". *International Journal Molecular Sciences* [en línea], 2019, (Polonia) 20 (21), pp. 1-5. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms20215283>

YÁNEZ, Moisés; LÓPEZ, Carlos; AYALA, Felipe. et al. "Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos". *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36, 1 (2018), (México) pp. 80-88.

YI, Hwe; AHN, Yeo; SONG, Geun. et al. "Impact of a Bacterial Volatile 2,3-Butanediol on *Bacillus subtilis* Rhizosphere Robustness". *Plant Pathogen Interactions* [en línea], 2016, (South Korea) 7 (993), pp. 4-5. [Consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00993>

ZIPFEL, Cyril. "Early molecular events in PAMP-triggered immunity". *Current Opinion in Plant Biology* [en línea], 2009, (Norwich) 12 (4), pp. 415-420. [Consulta: 16 septiembre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.06.003>



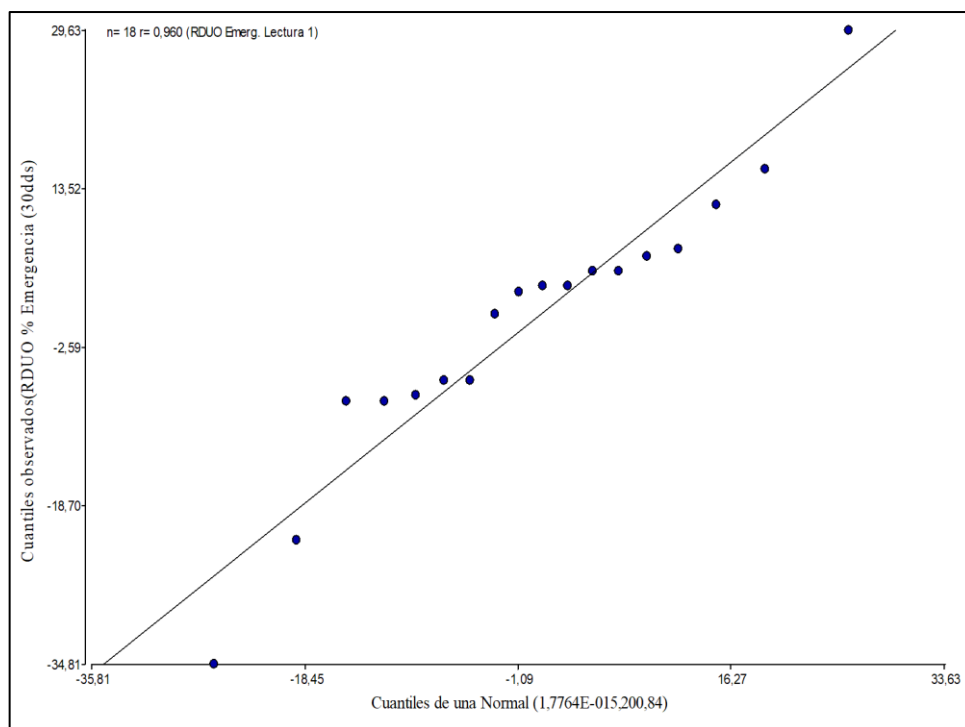
Firmado electrónicamente por:
**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**

ANEXOS

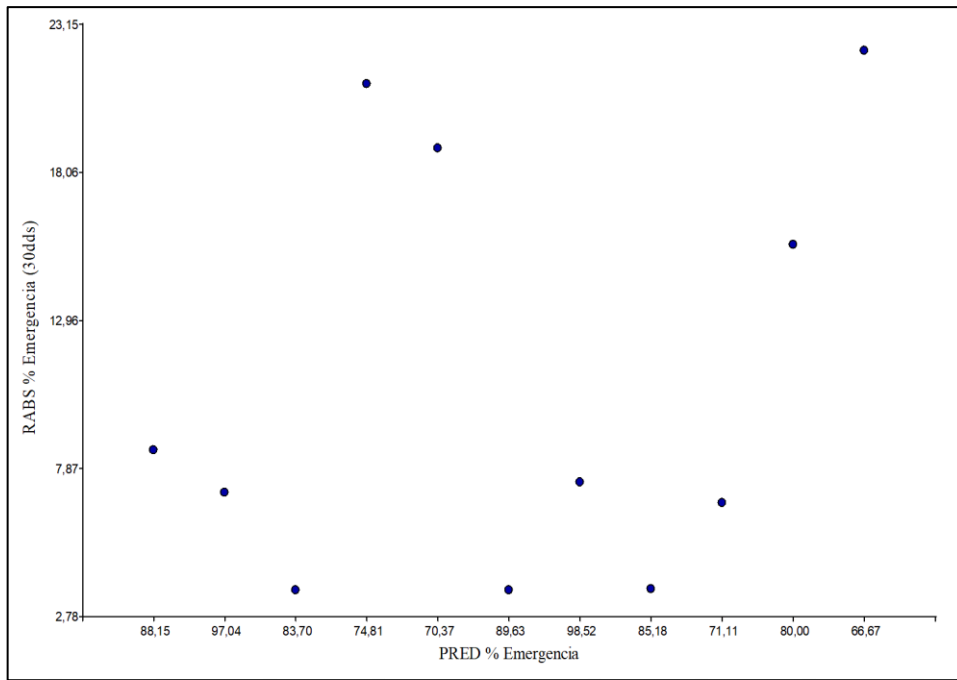
ANEXO A: PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE EMERGENCIA.

Emergencia	p – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
30 dds	0,79	0,09
40 dds	0,99	sd

sd=sin diferencias



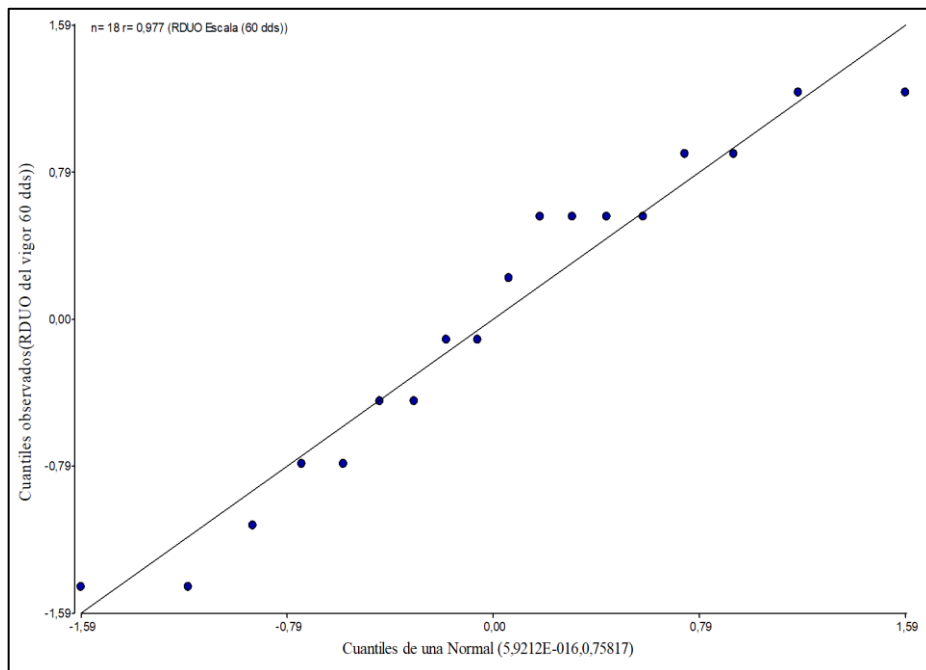
Normalidad (Shapiro-Wilk) para la variable porcentaje de emergencia a los 30 dds.



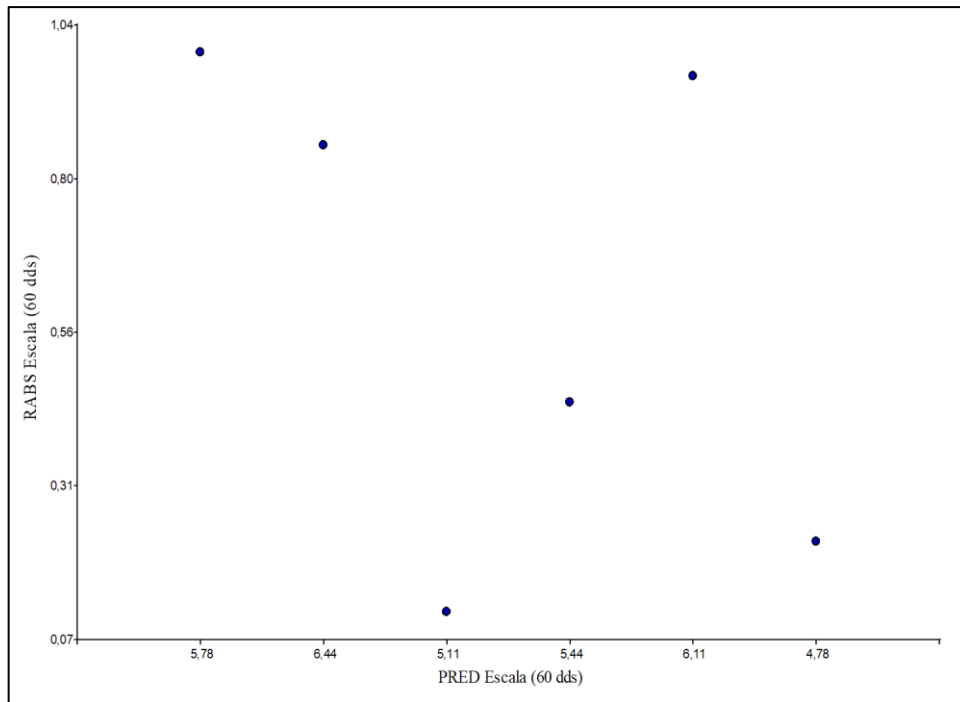
Homocedasticidad (Levene) para el porcentaje de emergencia los 30 dds.

ANEXO B: PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE VIGOR.

Vigor	p – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
60 dds	0,13	0,21



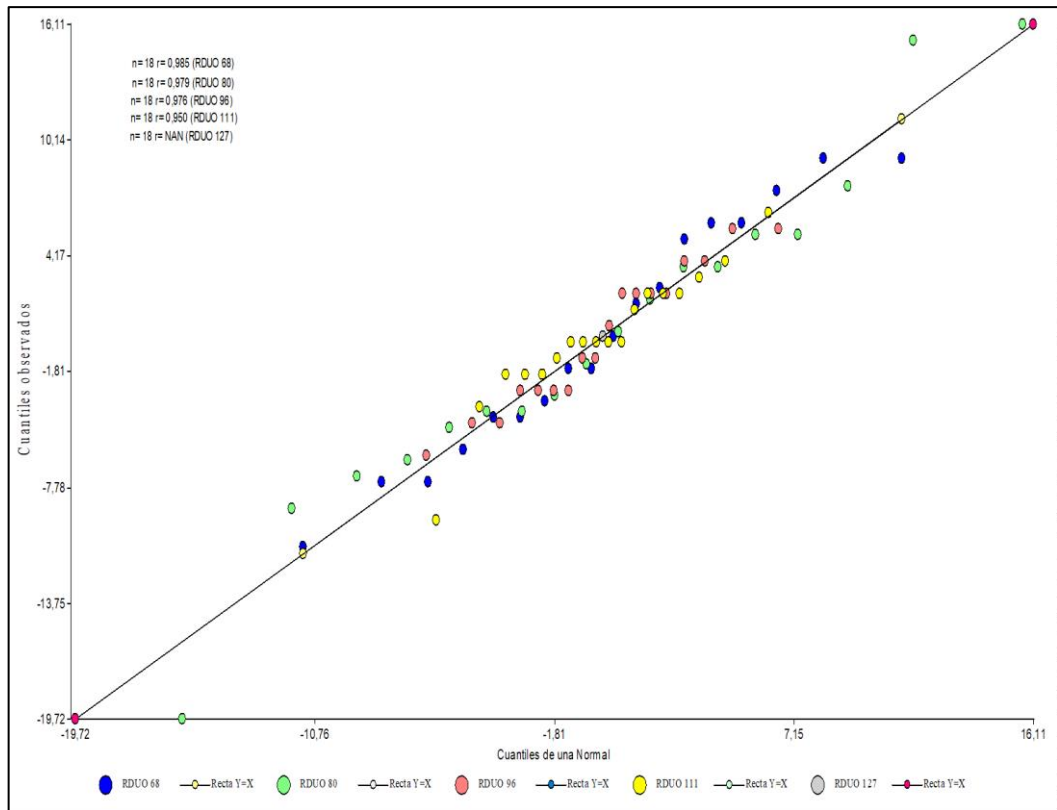
Normalidad (Shapiro-Wilk) para la variable vigor a los 60 dds.



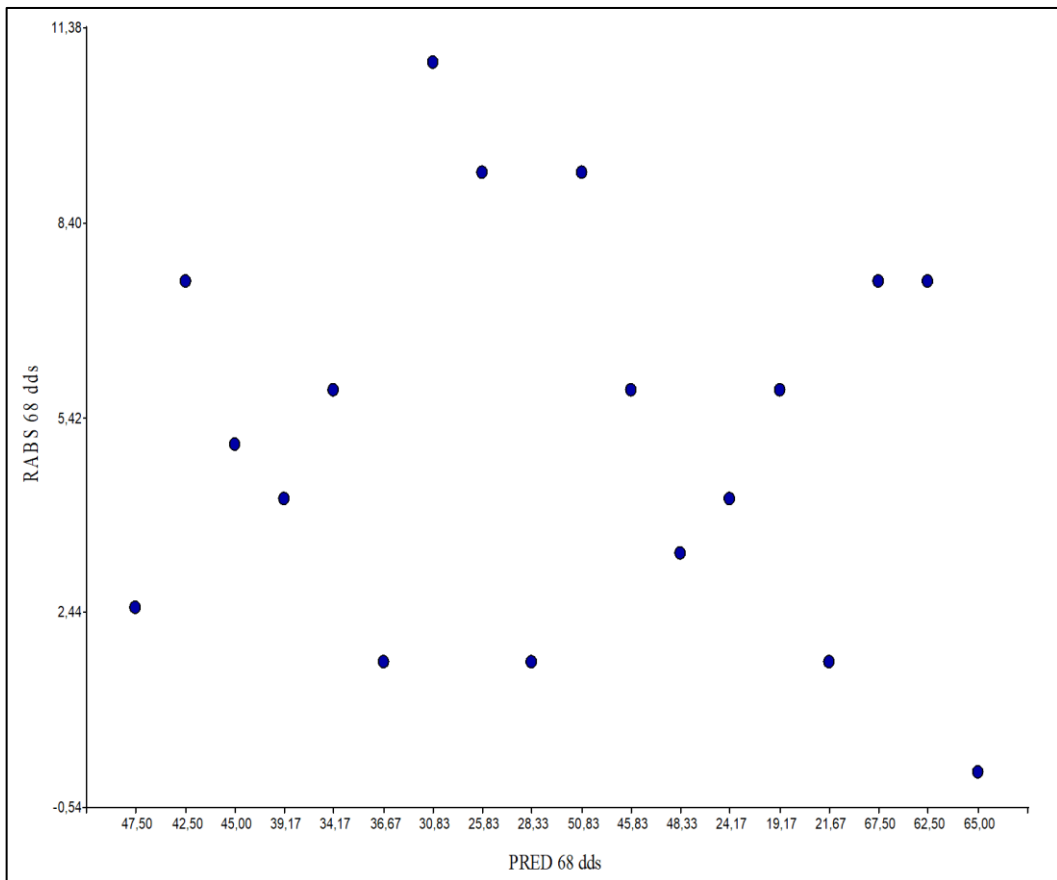
Homocedasticidad (Levene) para la variable vigor a los 60 dds.

ANEXO C: NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA PMP

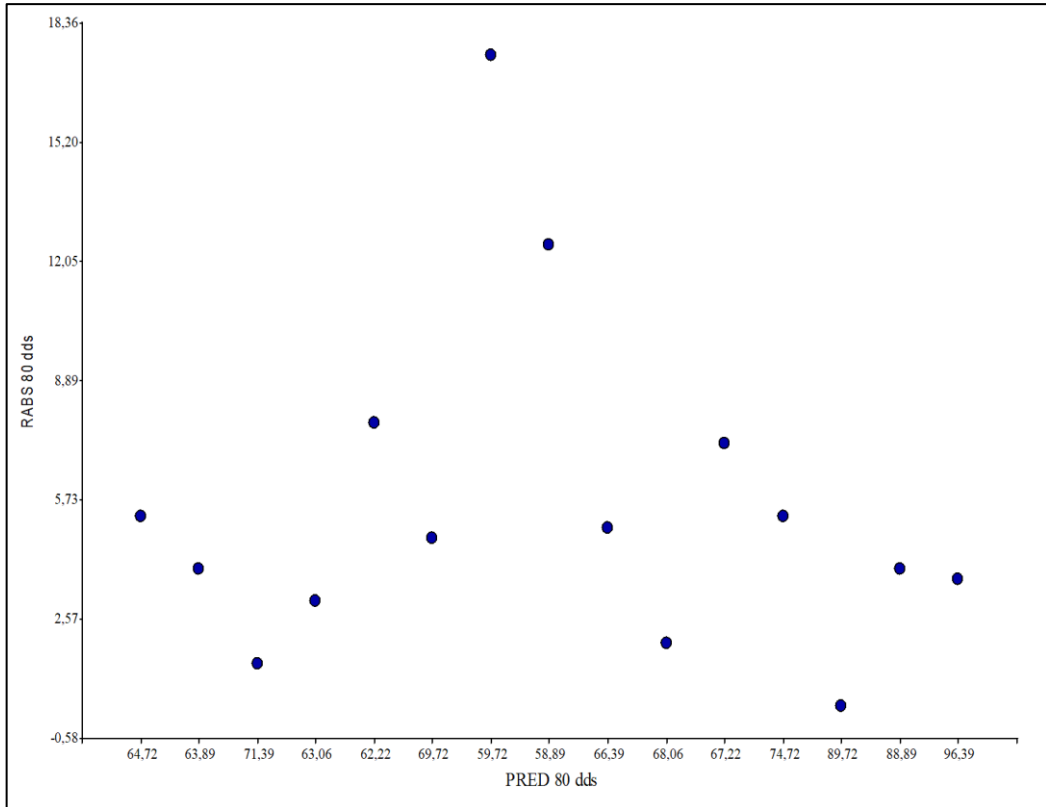
Incidencia	p – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
68 dds	0,31	0,48
80 dds	0,88	0,06
96 dds	0,17	0,61
111 dds	0,61	0,018



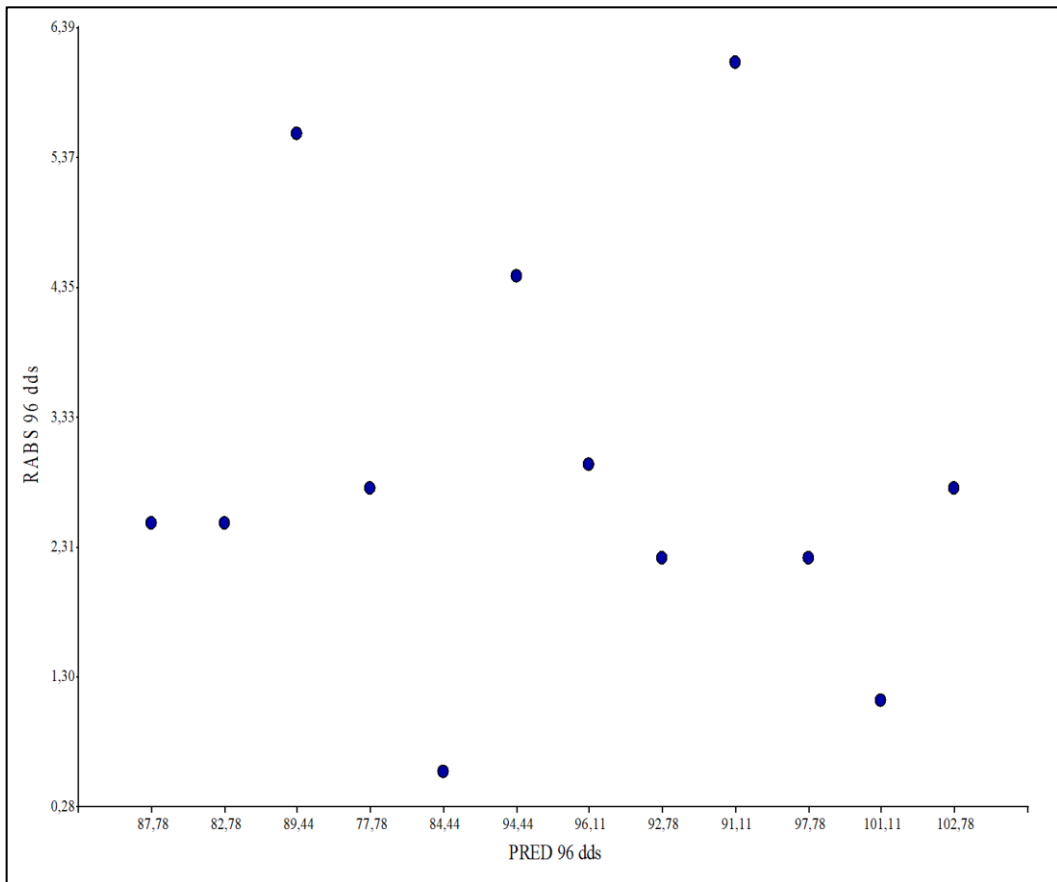
Normalidad para la variable (Shapiro-Wilk) incidencia de PMP a los 68, 80, 96 y 111 dds.



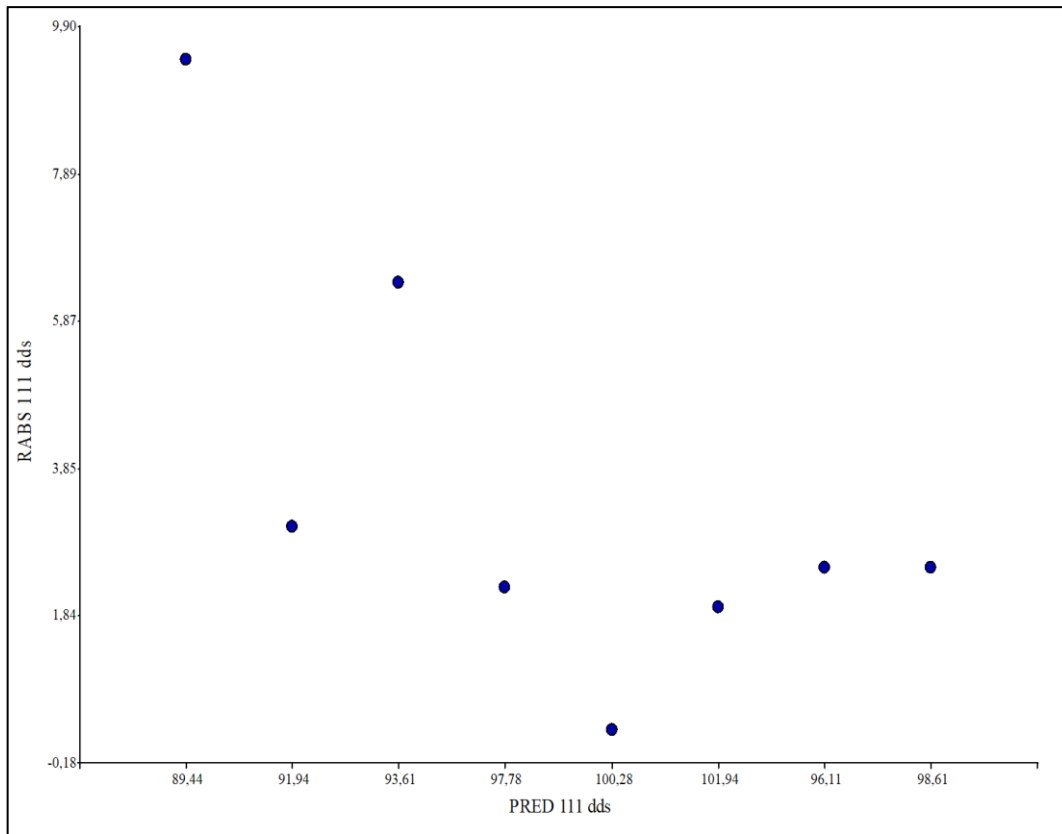
Homocedasticidad de varianzas (Levene) de la incidencia de PMP a los 68 dds.



Homocedasticidad de varianzas (Levene) de la incidencia de PMP a los 80 dds.



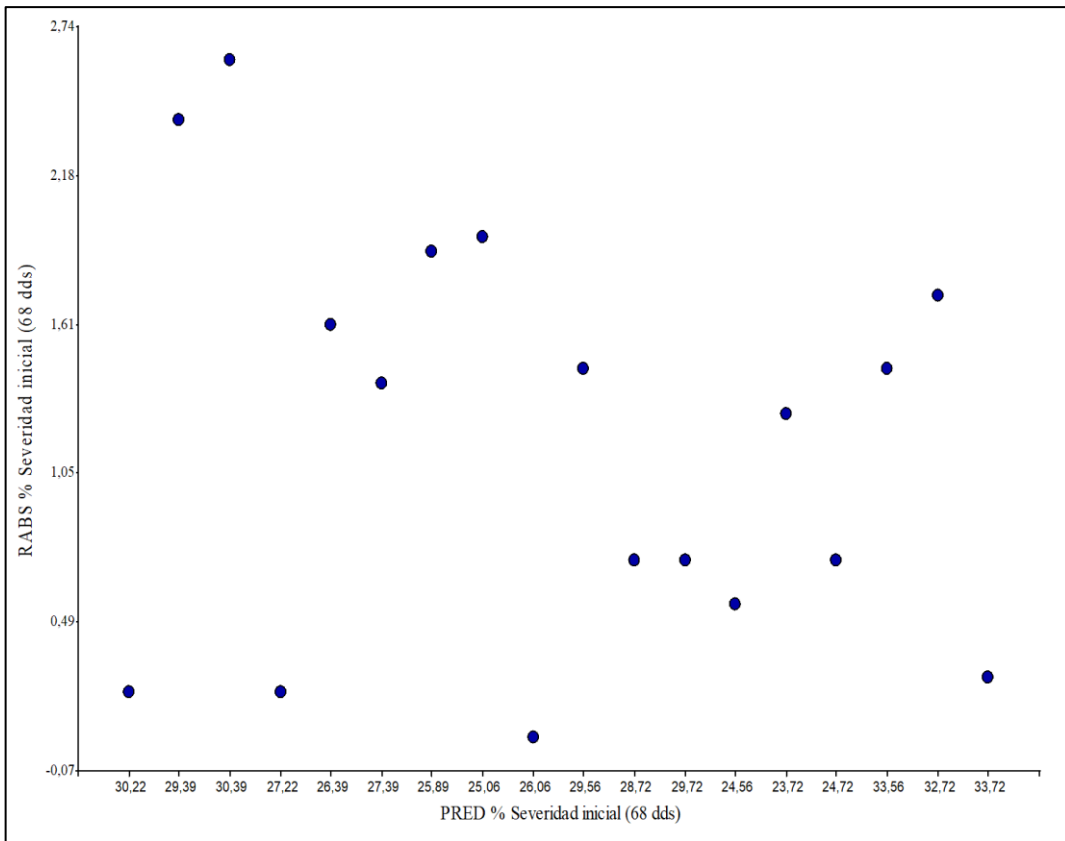
Homocedasticidad de varianzas (Levene) de la incidencia de PMP a los 96 dds.



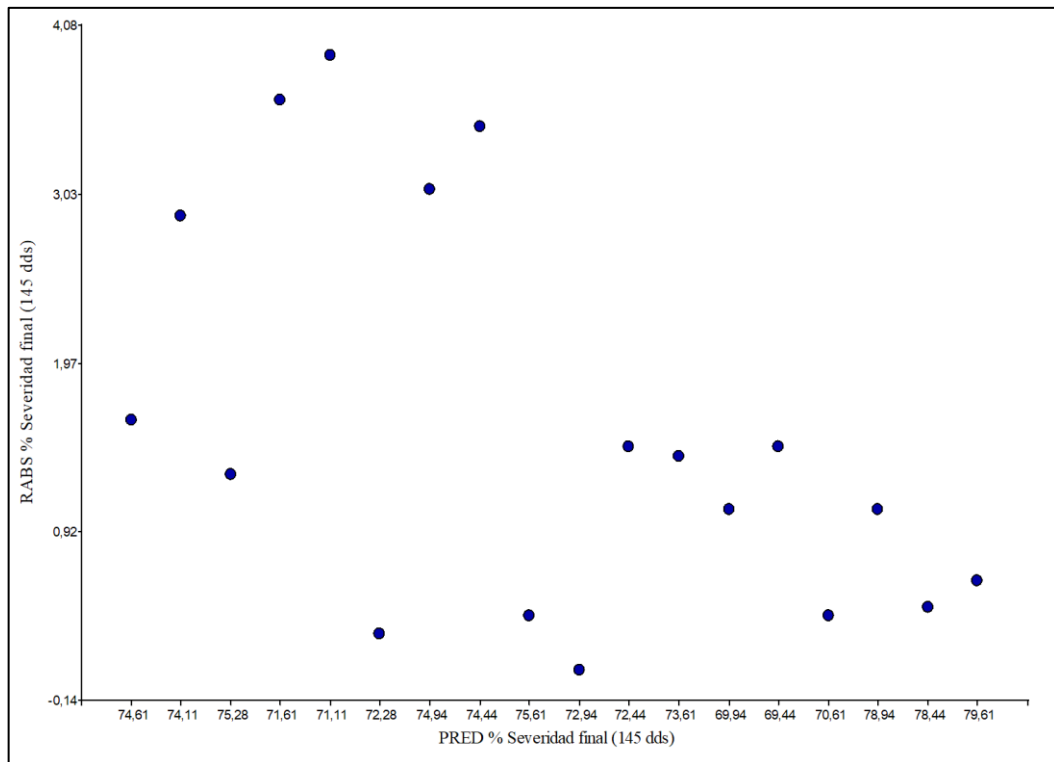
Homocedasticidad de varianzas (Levene) de la incidencia de PMP a los 111 dds.

ANEXO D: NORMALIDAD Y HOMOCEDASTICIDAD PARA LA SEVERIDAD, AUDPC Y AUDPCr

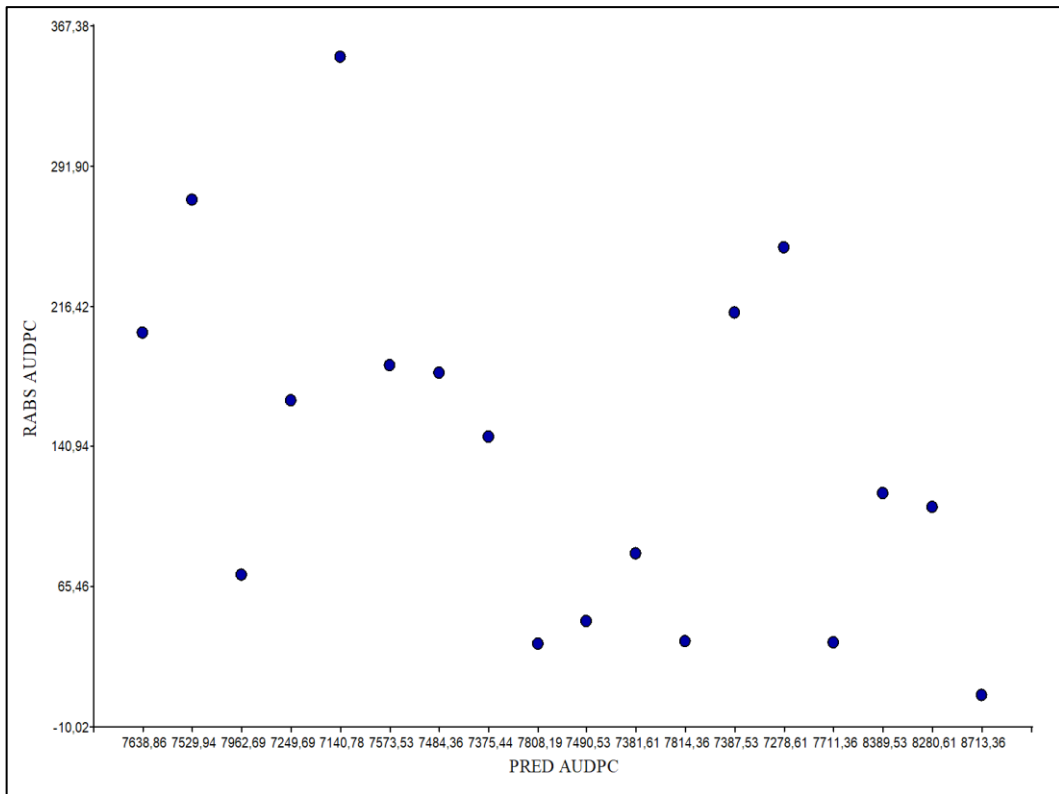
Variable	<i>p</i> – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Severidad inicial (68 dds)	0,43	0,82
Severidad final (145 dds)	0,68	0,16
AUDPC	0,63	0,01
AUDPCr	0,60	0,02



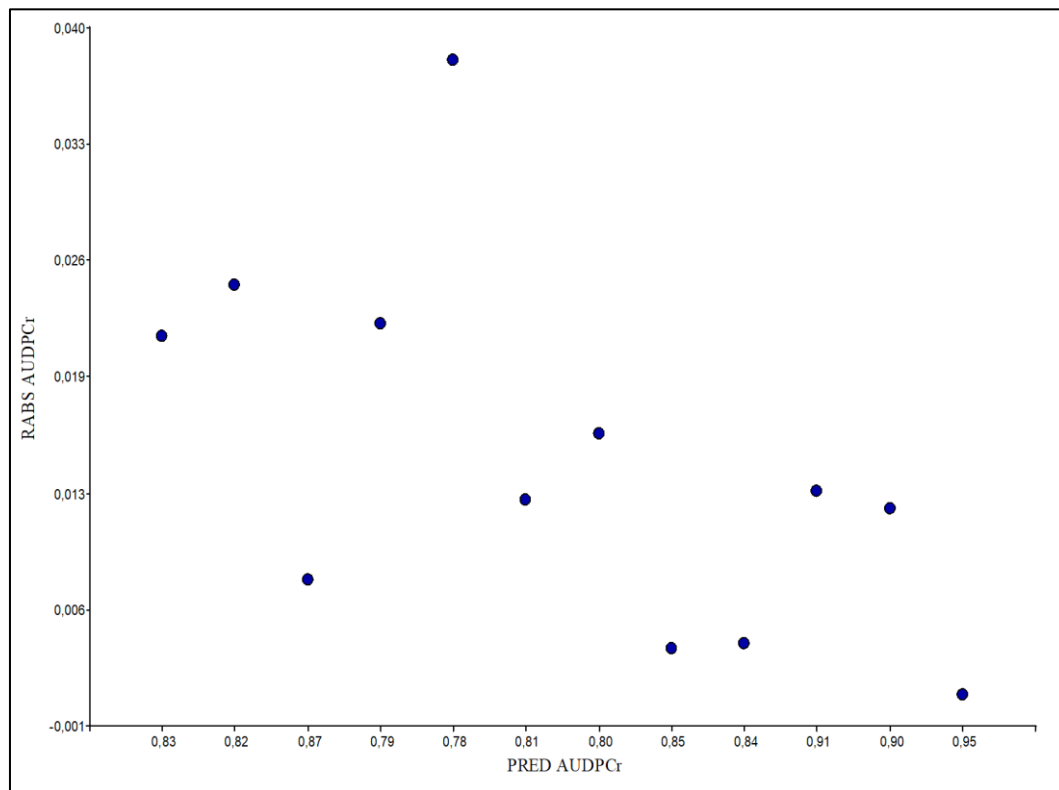
Homocedasticidad de varianzas (Levene) para la severidad inicial de PMP a los 68 dds.



Homocedasticidad de varianzas (Levene) para la severidad final a los 145 dds



Homocedasticidad de varianzas (Levene) para el AUDPC de la PMP.



Homogeneidad de varianzas (Levene) para el AUDPCr (avance diario).

ANEXO E: INCIDENCIA DE LA PMP.



a) Tallos a manera de callosidades e inicio de la incidencia. b) Arrosetamiento de los brotes superiores. c) Coloración púrpura en los bordes. d) Puntas amarillas y declive del vigor.

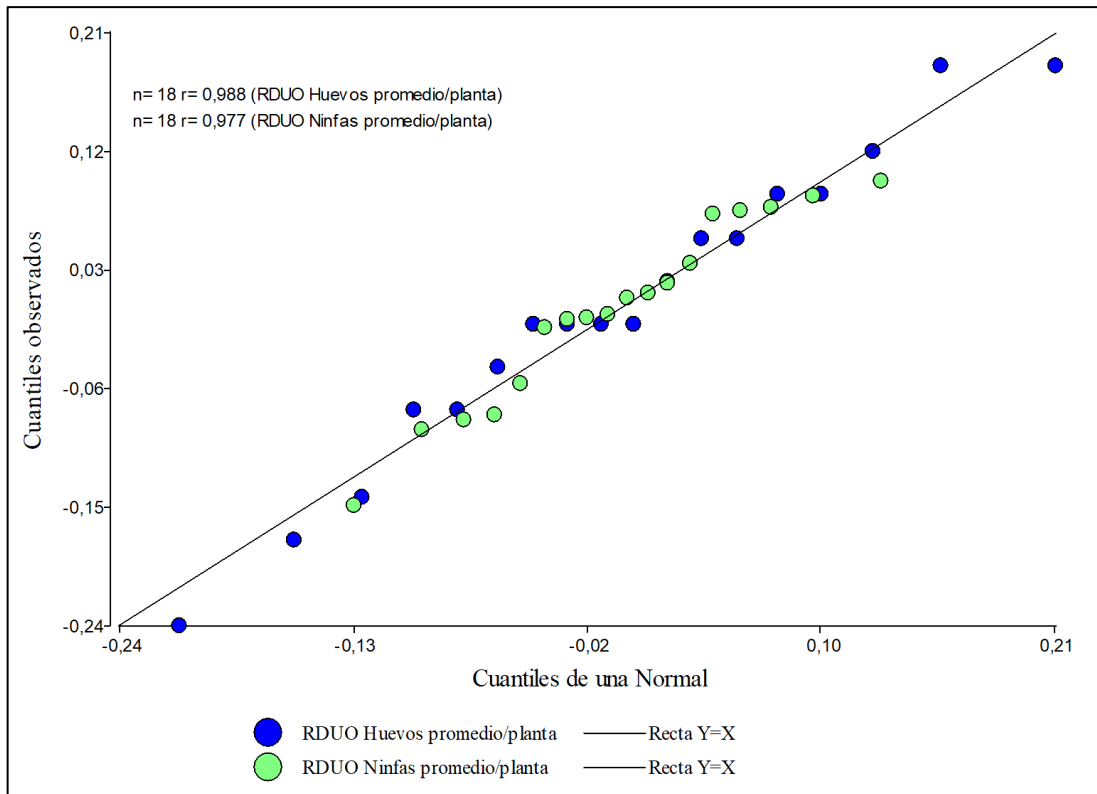
ANEXO F: SEVERIDAD DE LA PMP. MEJÍA, PICHINCHA 2021.



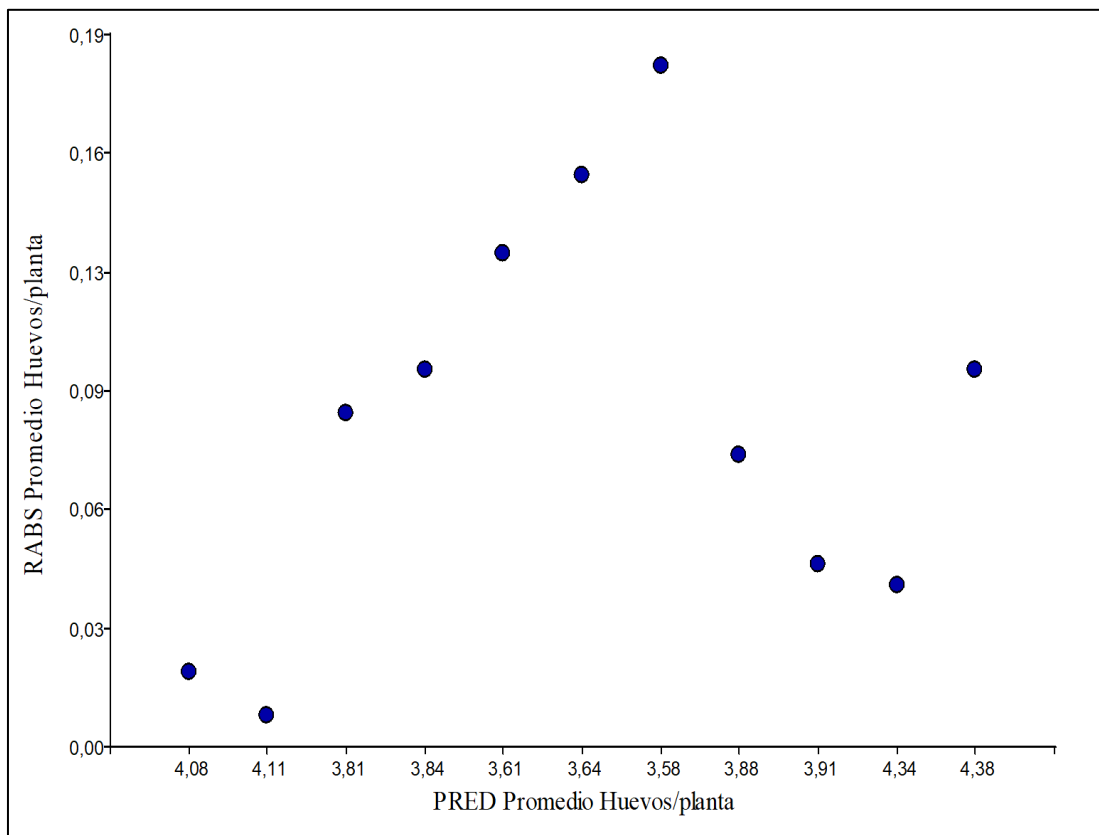


ANEXO G: NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA FLUCTUACIÓN DE *B. cockerelli*. MEJÍA, PICHINCHA 2021.

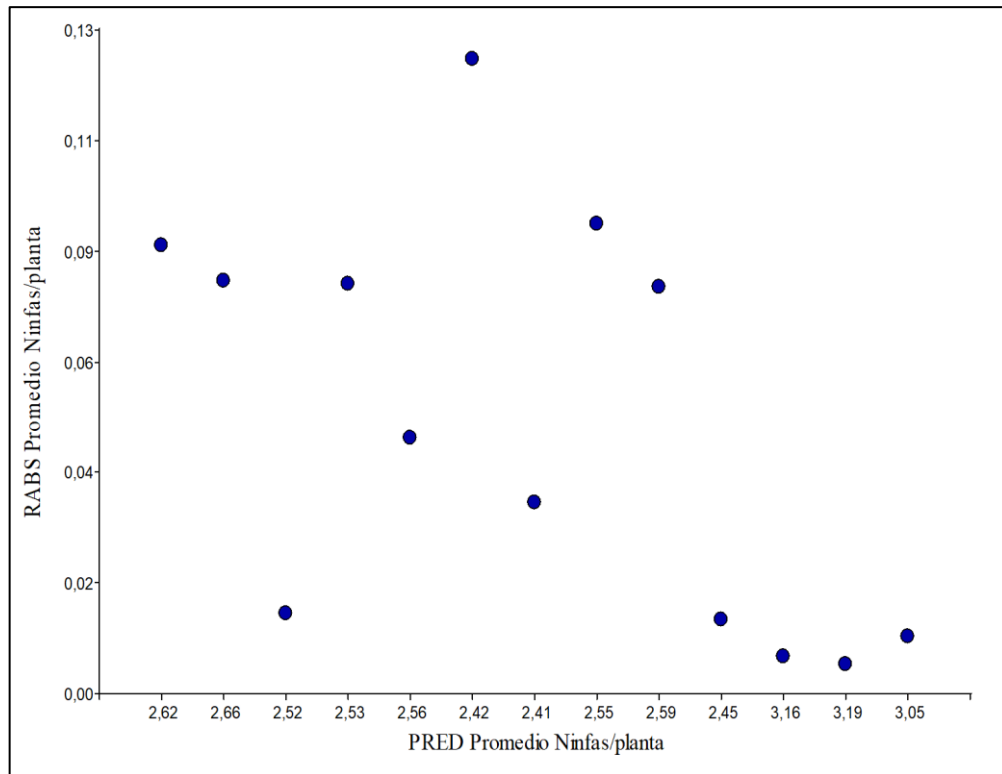
<i>Bactericera cockerelli</i>	p – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Huevos	0,72	0,23
Ninfas	0,33	0,19



Normalidad para la variable (Shapiro-Wilk) dinámica poblacional de huevos y ninfas promedio/planta.

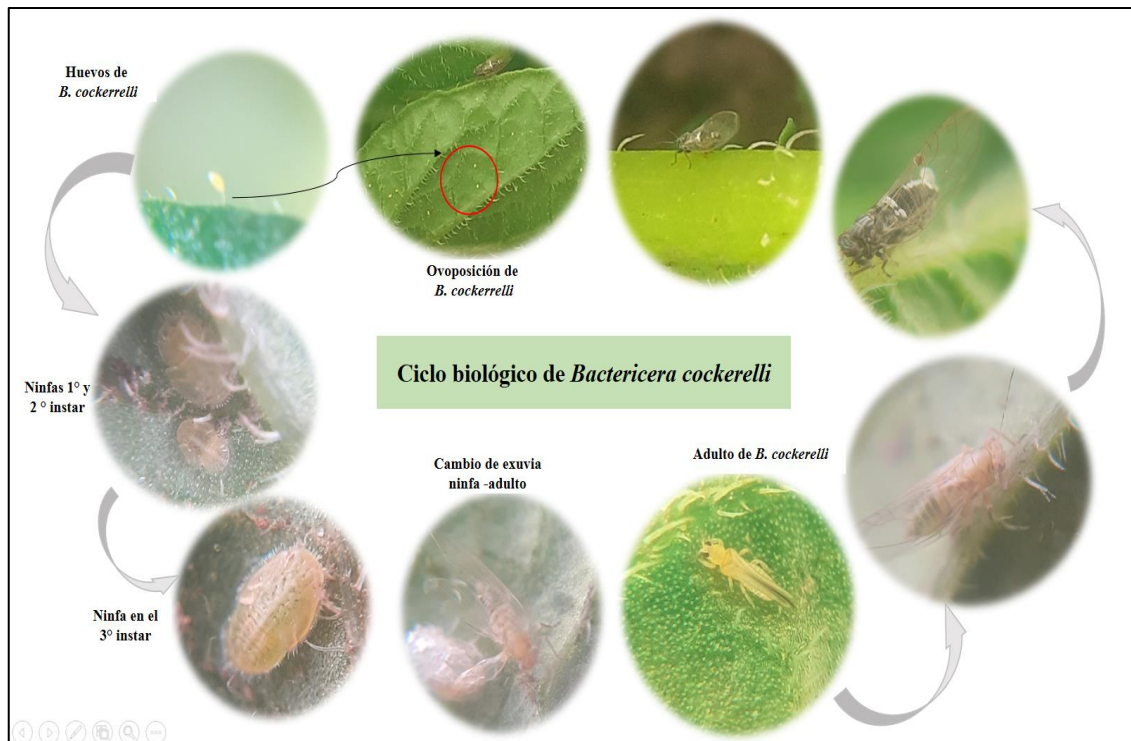


Homogeneidad para la variable (Levene) dinámica poblacional promedio de huevos/planta.



Homogeneidad para la variable (Levene) dinámica poblacional promedio de huevos/planta.

ANEXO H: CICLO BIOLÓGICO DE *B. Cockerelli*. MEJÍA, PICHINCHA 2021.

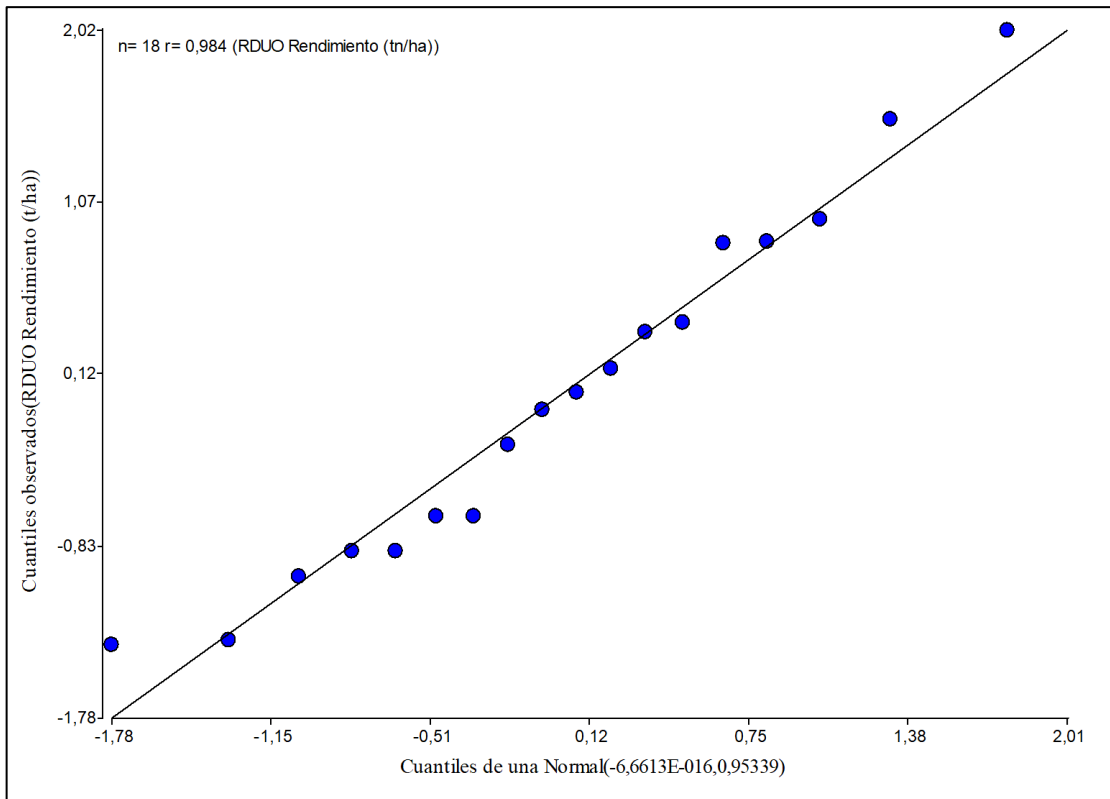


ANEXO I: DATOS METEOROLÓGICOS DE UYUMBICHO, MEJÍA, PICHINCHA 2021.

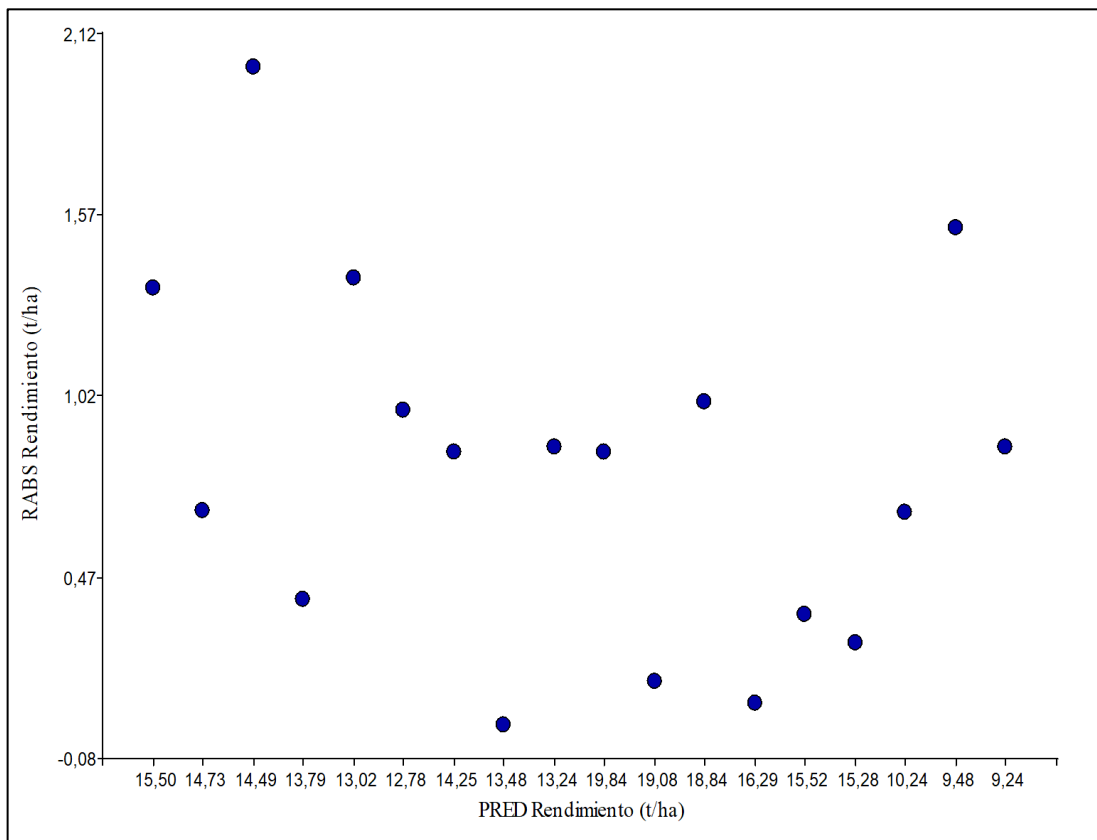
Mes	Humedad (%)	# Días con pp/mm	Precipitación Total	T° med.	T° máx.	T° min
Octubre	69	13	74,9	12,7	21,6	3,2
Noviembre	74	13	69,7	12,4	22,0	0,1
Diciembre	85	26	199,8	11,8	20,0	3,9
Enero	83	25	161,8	11,7	20,0	4,0
Febrero	82	18	152,1	12,2	21,0	4,0
Marzo	86	29	299,1	11,4	20,6	3,8
Abril	81	22	222	12,7	21,8	4,8
Total	80,00	21	1179,4	12,1	21,0	3,4

ANEXO J: NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (T/HA).

Variable	p – valor	
	Normalidad	Homogeneidad
Rendimiento /t/ha)	0,46	0,17
Primera	0,058	0,26
Segunda	0,78	0,20
Tercera	0,49	0,18
Cuarta	0,95	0,26



Homogeneidad (Levene) para la variable rendimiento (t/ha).



Homogeneidad (Levene) para la variable rendimiento (t/ha).

ANEXO K: NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK) Y HOMOGENEIDAD (LEVENE) PARA EL TEST DE FRITURA.MEJÍA, PICHINCHA 2021.

			p – valor	
Test de fritura		Normalidad		Homogeneidad
% fritura deseable		0,22		0,01
% fritura no deseable		0,79		0,013

ANEXO L: COSTOS DE PRODUCCIÓN. MEJÍA, PICHINCHA 2021.

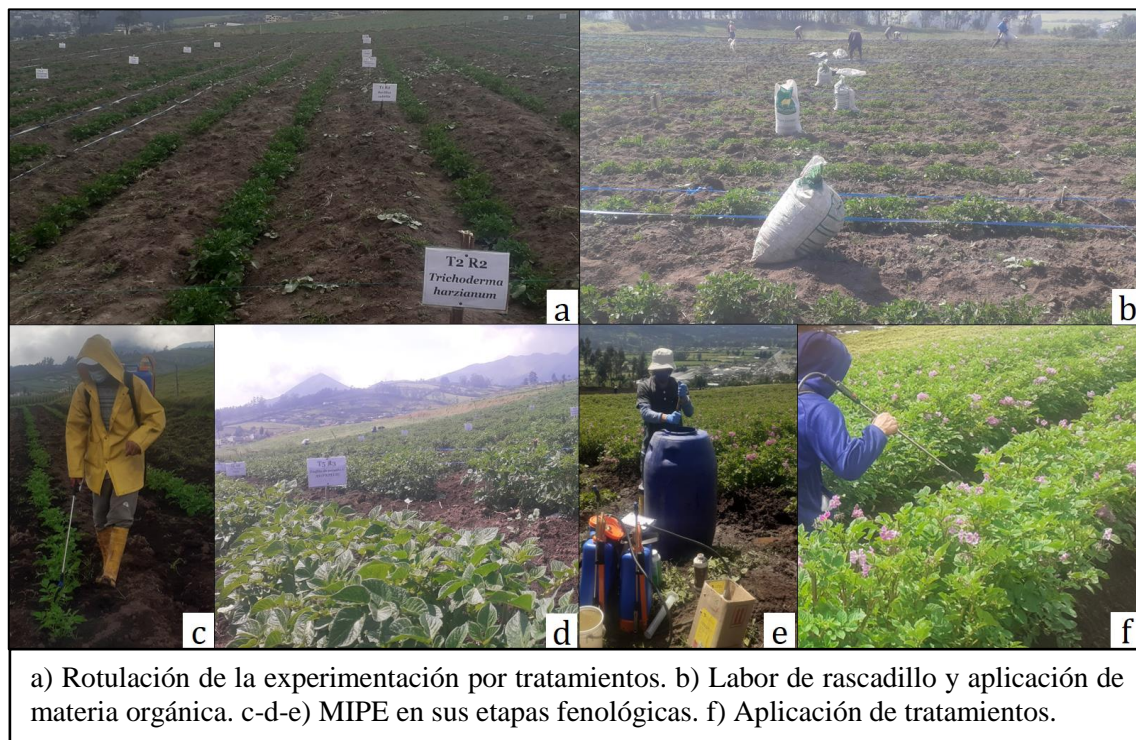
	Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Bacillus subtilis	Trichoderma harzianum	B. subtilis + T. harzianum	AS	PK-PLUS	Testigo
Campo	Semilla	kg	38,00	0,30	11,40	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
	Preparación del suelo	hora	0,50	15,00	7,50	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	mano de obra	jornal	1,00	15,00	15,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
	Alquiler bomba	unidad	1,00	6,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Combustible	gl	0,80	1,85	1,48	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Nutrición edáfica	Materia orgánica	Kg	1011,00	0,02	16,85	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81
	Ácido fosfórico	ml	220,00	0,01	1,10	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Nutrición foliar	Quimifol	g	900,00	0,02	14,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
	Extracto de algas	ml	800,00	0,01	4,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	Biol	ml	3149,99	0,00	1,57	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
	Yura-sinchi	ml	240,00	0,04	9,02	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Fungicidas	Kocide	g	1200,00	0,02	20,10	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
	Kemicar	ml	150,00	0,02	2,93	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
	Proxanil	ml	240,00	0,04	9,02	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	Rival	ml	200,00	0,01	2,60	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
	Altitud	ml	19,00	0,04	0,84	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	Caldo bordelés	g	1000,00	0,01	7,80	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	Forum WP	g	80,00	0,04	2,87	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Insecticidas	Neem – X	ml	843,00	0,02	16,02	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
	Repelente lavanda	ml	175,00	0,01	1,75	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
	Repelente ajo	ml	175,00	0,01	1,75	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
	Beauveria sp.	ml	601,83	0,01	3,01	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	Repelente altamisa	ml	175,00	0,01	1,75	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
	Apichi	ml	1100,00	0,00	0,73	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	Agua de vidrio	ml	1200,00	0,00	0,60	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Repelente ruda	ml	3500,00	0,00	5,25	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	Caldo sulfocálcico	ml	600,00	0,00	0,45	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	Smart movento	ml	100,00	0,02	2,20	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
	Spinosad	ml	27,00	0,08	2,16	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Fijador	Adherente de tuna	ml	150,00	0,00	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Otros	Sacos y piola	unidad	25,00	0,15	3,75	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Elicitores	<i>Bacillus subtilis</i>	ml	500,00	0,02	7,50	7,50					
	<i>Trichoderma h.</i>	ml	500,00	0,02	7,50		7,50				
	<i>Bacillus s. + Trichoderma h.</i>	ml	250,00	0,02	5,00			5,00			
	Ácido salicílico	g	2,54	0,02	0,05				0,05		
	PK-Plus (fosfitos de K)	ml	300,00	0,01	4,20					4,20	
	Testigo	ml	0,00	0,00	0,00						0,00

SUBTOTAL COSTOS FIJOS (CF)		27,62	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13
SUBTOTAL COSTOS VARIABLES (CV)		7,50	7,50	5,00	0,05	4,20	0,00
COSTO TOTAL (CF+CV) <i>Bacillus subtilis</i>		35,12					
COSTO TOTAL (CF+CV) <i>Trichoderma h.</i>			36,63				
COSTO TOTAL (CF+CV) <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>				34,13			
COSTO TOTAL (CF+CV) Ácido salicílico					29,18		
COSTO TOTAL (CF+CV) PK-PLUS (fosfitos de K)						33,33	
COSTO TOTAL (CF+CV) Testigo							29,13
COSTO TOTAL/ha (CF+CV) <i>Bacillus subtilis</i>		3030,30					
COSTO TOTAL/ha (CF+CV) <i>Trichoderma harzianum</i>			3160,06				
COSTO TOTAL/ha (CF+CV) <i>Bacillus s.</i> + <i>Trichoderma h.</i>				2944,37			
COSTO TOTAL/ha (CF+CV) Ácido salicílico					2517,16		
COSTO TOTAL/ha (CF+CV) PK-PLUS						2875,35	
COSTO TOTAL/ha (CF+CV) Testigo							2513,00
COSTO UNITARIO POR SACO DE 45 Kg (USD)		9,15	10,77	9,70	5,88	8,24	11,72

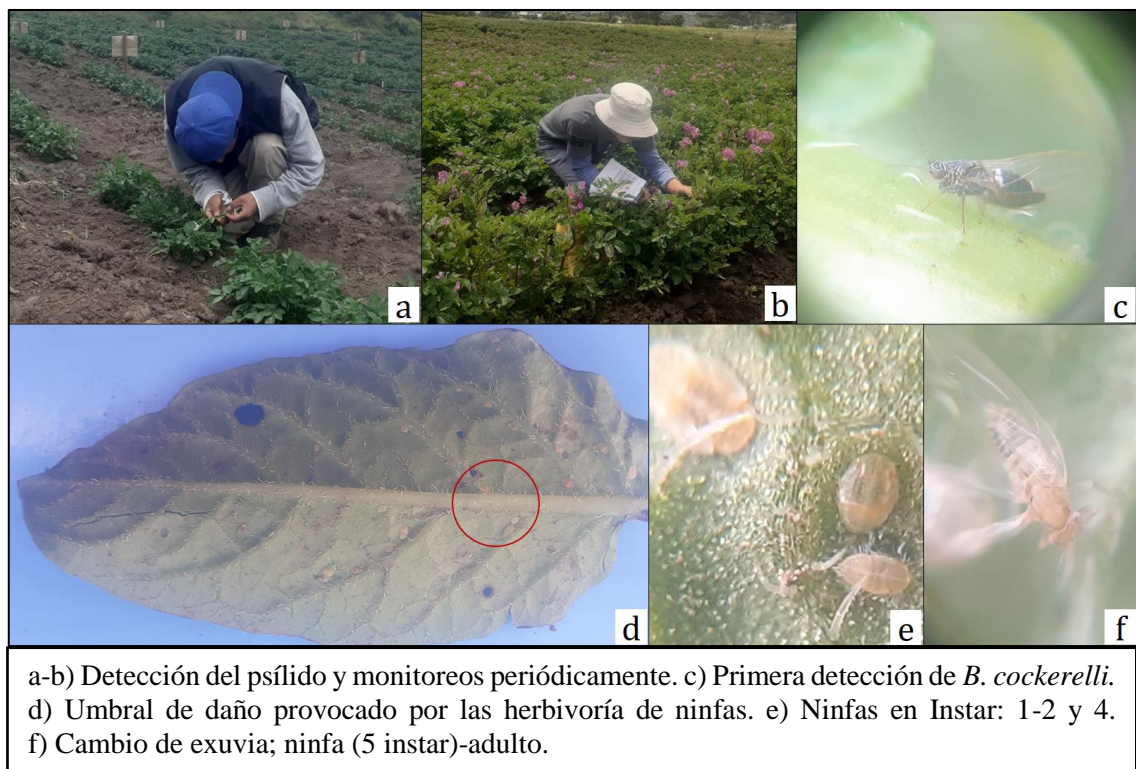
ANEXO M: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS DE SUELO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO. MEJIA, PICHINCHA. 2021.



ANEXO N: LABORES CULTURALES Y APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN LA EXPERIMENTACIÓN PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PMP.



ANEXO O: DETECCIÓN Y MONITOREO DE *B. Cockerelli*.



ANEXO P: COSECHA DE LOS TRATAMIENTOS EN LA EXPERIMENTACIÓN. MEJIA, PICHINCHA. 2021.



ANEXO Q: TUBÉRCULOS-SEMILLA Y PLANTAS HIJAS PARA EL ANÁLISIS PCR FOLIAR.



ANEXO R: ANÁLISIS DE SUELO DE LA EXPERIMENTACIÓN. MEJÍA, PICHINCHA
2021.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E-20-1024
Fecha emisión Informe: 05/10/2020

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Asoproarum

Dirección¹: Santa Rosa

Provincia¹: Pichincha

Cantón¹: Mejía

Teléfono¹: 0989703534

Correo Electrónico¹: quillu08@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-20-CGLS-1020

N° Factura/Documento: 026-001-10034

DATOS DE LA MUESTRA:


Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Papa		
Provincia ¹ : Pichincha	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Mejía		Y: ---
Parroquia ¹ : Uyumbicho		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Miriam Loachamín		
Fecha de muestreo ¹ : 22-09-2020	Fecha de inicio de análisis: 22-09-2020	
Fecha de recepción de la muestra: 22-09-2020	Fecha de finalización de análisis: 05-10-2020	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-20-1116	Asoproarum	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,82
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,03
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,20
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	29,1
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,50
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	6,92
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,95
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	801,2
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	15,85
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,93
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	2,64
		Boro*	Colorimétrico PEE/SFA/17	mg/kg	0,54
		Azufre*	Turbidimétrico PEE/SFA/16	mg/kg	24,19

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-20-1116	Asoproarum	Potasio* **	Absorción Atómica PEE/SFA/14	cmol/kg	0,60
		Calcio* **	Absorción Atómica PEE/SFA/14	cmol/kg	6,18
		Magnesio* **	Absorción Atómica PEE/SFA/14	cmol/kg	1,70
		Sodio* **	Absorción Atómica PEE/SFA/14	cmol/kg	0,36
		Bases Totales***	Cálculo PEE/SFA/14	cmol/kg	8,84

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás

Observaciones:

- (**) Bases de cambio.
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA												
PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	S (mg/kg)
BAJO	< 3,0	< 0,15	< 10,0	< 0,20	< 2,0	< 0,5	< 20,0	< 5,0	< 1,0	< 3,0	< 1,0	< 12,0
MEDIO	3,0 - 5,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	2,0 - 5,0	0,5 - 1,5	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0	1,0 - 2,0	12,0 - 24,0
ALTO	> 5,0	> 0,30	> 20,0	> 0,38	> 5,0	> 1,5	> 40,0	> 15,0	> 4,0	> 7,0	> 2,0	> 24,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA, COSTA Y AMAZONÍA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 - 6,5	> 6,5 - 7,5	> 7,5 - 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. EESC. 2002



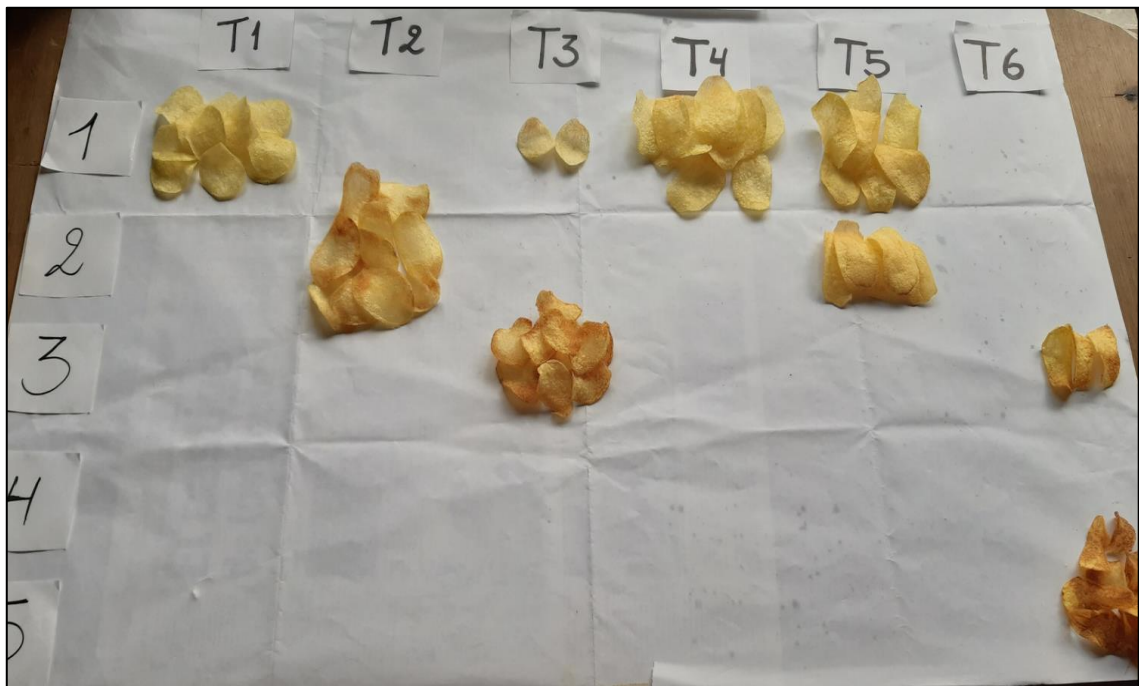
Firmado digitalmente por
 LUIS HUMBERTO
 CACUANGO
 PUMI SAC/BO

Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

ANEXO S: ESCALA (NIVELES) DEL TEST DE FRITURA. MEJÍA, PICHINCHA 2021.



ANEXO T: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA ORGÁNICA UTILIZADA EN LA EXPERIMENTACIÓN. MEJÍA, PICHINCHA 2021.

MC-LASPA-2201-01

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	 <p>LASPA</p>
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 21-0538

NOMBRE DEL CLIENTE: Cuenca Morocho Jefferson Stalin
PETICIONARIO: Cuenca Morocho Jefferson Stalin
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Cuenca Morocho Jefferson Stalin
DIRECCIÓN: Turubamba Bajo

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 29/06/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 12:30
FECHA DE ANÁLISIS: 05/07/2021
FECHA DE EMISIÓN: 09/07/2021
ANALISIS SOLICITADO: Abono 1

N° muestra	N	P	K	Ca	Mg	S*	B*	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Na*	Cl*	CE*	Humedad	Materia orgánica	Carbono orgánico	Ph*	C/N*	Identificación de la muestra
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	ms/cm	(%)	(%)	(%)			
21-2073	1,72	0,47	0,65	1,82	0,66										28,16					Muestra 1MO. Vacuno Yael Guamán

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Firmado electrónicamente por:
**JOSE ALONSO
 LUCERO
 MALATAY**

LABORATORISTA



Firmado electrónicamente por:
**IVAN RODRIGO
 SAMANIEGO
 MAIGUA**

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

ANEXO U: ANÁLISIS PCR EN PLANTAS HIJAS CON SÍNTOMAS ASOCIADOS A LA PMP. MEJÍA, PICHINCHA 2021.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO BIOLÓGIA MOLECULAR Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Teléf.: (02) 3828860 ext. 2030	PGT/BM/09-FO02
	INFORME DE ANÁLISIS DIRECCIÓN DE DIAGNÓSTICO VEGETAL	Rev. 6
		Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-BM-E21-0593
Fecha emisión Informe: 02/09/2021

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Cuenca
Dirección¹: Turubamba bajo
Teléfono¹: 0987203924
N° Factura/Documento: 026-11784

Provincia¹: Pichincha **Cantón¹:** Quito
Correo Electrónico¹: jeferson_stalin@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: BM-21-CGLS-01278

DATOS DE LA MUESTRA

Propietario¹: No Informa	
Condiciones de llegada la muestra: Natural	Conservación de la muestra¹: Natural
Tipo de muestra¹: Hojas/ramas	Tipo de cultivo¹: Papa
Provincia/Estado¹: Pichincha/Ecuador	Coordenadas¹: X: No informa Y: No informa Altitud: No informa
Cantón¹: Mejía	
Parroquia¹: Uyumbicho	
Responsable de la toma de muestra¹: Stalin Cuenca	
Fecha de toma de muestra¹: 30/08/2021	Fecha de inicio de análisis: 30/08/2021
Fecha de recepción de la muestra: 30/08/2021	Fecha de finalización de análisis: 01/09/2021

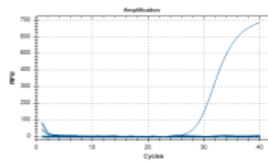
RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	TIPO DE MUESTRA ¹	MÉTODO	PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS
BM-21-1297	ACIDO SALICILICO	Hojas/ramas	PEE/BM/74	<i>Phytoplasma sp.</i>	NEGATIVO
BM-21-1298	FOSFATO DE K + AS	Hojas/ramas	PEE/BM/74	<i>Phytoplasma sp.</i>	NEGATIVO
BM-21-1299	TRICODERMA HARZIANUM	Hojas/ramas	PEE/BM/74	<i>Phytoplasma sp.</i>	NEGATIVO
BM-21-1300	TESTIGO	Hojas/ramas	PEE/BM/75	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	NEGATIVO

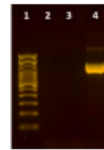
Analizado por: Ing. María Sol Vaca, Ing. David Jarrín

Observaciones: Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió. Las muestras se corrieron con controles positivos de referencia y controles negativos. Se obtuvo amplificación en los controles positivos y no se observa amplificación los negativos, verificando el correcto manejo del ensayo. Revisado por Ing. David Jarrín.

Anexos, Gráficos:



BM-21-1297
 BM-21-1298
 BM-21-1299



Carril 1: Marcador de peso molecular 100 pb
 Carril 2: Muestra BM-21-1300
 Carril 3: Control negativo
 Carril 5: Control positivo *Candidatus Liberibacter solanacearum*



El estado electrónicamente por:
MARIA SOL VACA

Ing. María Sol Vaca
Responsable Técnico (E)

Laboratorio de Biología Molecular - Diagnóstico Vegetal

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

¹ Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 02 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: JEFFERSON STALIN CUENCA MOROCHO

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Recursos Naturales*

Carrera: Agronomía

Título a optar: Ingeniero Agrónomo



Firmado electrónicamente por:
**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**



0003-DBRA-UTP-2022