



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**UTILIZACIÓN DE *Pseudomonas fluorescens* COMO
BIOCONTROLADOR DE *Botrytis cinerea* EN EL
CULTIVO DE PIMIENTO
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERA AGRONÓMA

AUTOR
AVECILLA JURADO KAREN LISSETH

TUTOR
ING. MACÍAS HERNÁNDEZ DAVID, M. Sc

MILAGRO – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. MACÍAS HERNANDEZ DAVID, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: UTILIZACIÓN DE *Pseudomonas fluorescens* COMO BIOCONTROLADOR DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE PIMIENTO, realizado por la estudiante AVECILLA JURADO KAREN LISSETH; con cédula de identidad N° 0941104614 de la carrera INGENIERÍA AGROMÓMICA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Macías Hernández David Jesús, M.Sc

Milagro, 14 de septiembre del 2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “UTILIZACIÓN DE *Pseudomonas fluorescens* COMO BIOCONTROLADOR DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE PIMIENTO”, realizado por la estudiante AVECILLA JURADO KAREN LISSETH, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Martillo García Juan, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Macías Hernández David, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 14 de septiembre del 2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación en primer lugar se lo dedico a Dios por que fue el quien me dio todas las fuerzas necesarias en todo este proceso, luego a mis padres Charles y Leticia por haberme sabido guiar en todo este caminar y más que todo por brindarme todo su apoyo incondicional así mismo dedico mi trabajo a mis hermanos Andy y Daniela además a mis abuelitos por estar siempre conmigo. También dedico mi trabajo a mi enamorado Luigi quien ha sido un pilar muy fundamental en todo este proceso, por ser quien me motivaba a no abandonar este sueño.

Y para concluir dedico este trabajo a todos mis amigos/as que de alguna manera de ayudaron y confiaron en mí.

Agradecimiento

Al concluir esta etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento en especial a Dios ya que fue mi motor esencial para seguir y no detenerme, a mis padres, abuelitos, hermanos, tíos y enamorado quienes fueron una fuente muy importante de motivación en mi carrera profesional.

Mi gratitud también para la Universidad Agraria del Ecuador, especialmente a los docentes quienes me formaron profesionalmente durante 5 años y de manera muy especial agradezco a mis amigos docentes que me ayudaron para concluir este trabajo de investigación.

También le agradezco a mi tutor de tesis el Ing. David Macías quien me guio y me brindo todos sus conocimientos.

Y por último agradezco a toda mi familia y amigos que de alguna manera me brindaron su apoyo incondicional y confianza.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo AVECILLA JURADO KAREN LISSETH, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “UTILIZACIÓN DE *Pseudomonas fluorescens* COMO BIOCONTROLADOR DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE PIMIENTO” para optar el título de INGENIERA AGRÓNOMA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, septiembre 14 del 2020

AVECILLA JURADO KAREN LISSETH
C.I. 0941104614

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	11
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	17
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivos específicos.....	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas	22

2.2.1 Enfermedades en el cultivo de pimiento	22
2.2.1 Plagas en el cultivo de pimiento	23
2.2.3 <i>Botrytis cinérea</i>	24
2.2.3.1 <i>Características morfológicas</i>	24
2.2.3.2 <i>Ciclo de infección del Botrytis cinérea</i>	25
2.2.3.3 <i>Factores condicionantes de Botrytis cinerea</i>	27
2.2.3.4 <i>Cultivos que ataca el Botrytis cinérea</i>	27
2.2.3.5 <i>Manejo de la enfermedad</i>	28
2.2.4 Microorganismos rizosféricos	28
2.2.5 <i>Pseudomonas fluorescens</i>	29
2.2.5.1 <i>Taxonomía</i>	31
2.2.5.2 <i>Pseudomonas fluorescens como agente de control biológico</i>	31
2.2.5.3 <i>Características principales</i>	32
2.2.5.4 <i>Efectos positivos de Pseudomonas fluorescens sobre el suelo</i> ..	32
2.3 Marco legal	33
3. Materiales y métodos	35
3.1 Enfoque de la investigación	35
3.1.1 Tipo de investigación	35
3.1.2 Diseño de investigación	35
3.2.1 Variables	35
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	35
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	35
3.2.2 Tratamientos	36
3.2.3 Diseño experimental	36
3.2.4 Recolección de datos	36

3.2.4.1. Recursos.....	36
3.2.4.2. Métodos y técnicas	37
3.2.5 Análisis estadístico.....	40
4. Resultados.....	42
4.1 Incidencia de <i>B. cinerea</i> . en el cultivo mediante la observación de frutos afectados.....	42
4.1.1 Incidencia (%)	42
4.1.2 Altura de planta	42
4.1.3 Número de frutos por planta.....	43
4.2 Efecto de los tratamientos propuestos en el crecimiento y producción del cultivo.....	43
4.2.1 Diámetro del fruto	43
4.2.2 Longitud del fruto (cm)	43
4.2.3 Peso del fruto	44
4.2.4 Rendimiento kg/has	44
4.3 Utilidad económica de las alternativas de control de <i>B. cinerea</i> mediante la relación beneficio - costo.....	45
4.3.1 Análisis económico.....	45
5. Discusión	45
6. Conclusiones.....	47
7. Recomendaciones.....	48
8. Bibliografía.....	49
9. Anexos	57
9.1 Anexo 1. Análisis de varianza	68

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos a evaluarse	36
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza.....	41
Tabla 3. Incidencia (%)	42
Tabla 4. Altura de planta	42
Tabla 5. Número de frutos por plantas.....	43
Tabla 6. Diámetro del fruto (cm).....	43
Tabla 7. Longitud del fruto (cm)	43
Tabla 8. Peso del fruto (g).....	44
Tabla 9. Rendimiento kg/has.....	44
Tabla 10. Análisis económico.....	45
Tabla 11. Datos de Incidencia (%)	68
Tabla 12. Datos de altura (cm).....	69
Tabla 13. Datos de frutos por plantas	70
Tabla 14. Datos de longitud de frutos (cm)	70
Tabla 15. Datos del diámetro de fruto (cm).....	71
Tabla 16. Datos del peso del fruto (g)	72
Tabla 17. Datos de rendimiento (kg/has)	73
Tabla 18. Costo de producción de pimiento (T1)	74
Tabla 19. Costo de producción de pimiento (T2)	75
Tabla 20. Costo de producción de pimiento (T2)	76

Índice de figuras

Figura 1. Limpieza del terreno.....	57
Figura 2. Limpieza del área de semillero	57
Figura 3. Siembra de semillas de pimienta	58
Figura 4. Aplicación de tamo en el semillero.....	58
Figura 5. Cubierto del semillero	58
Figura 6. Limpieza del área para sembrar	59
Figura 7. Quemada de malezas.....	59
Figura 8. Germinación de semillas.....	59
Figura 9. 1 semana después de la germinación.....	60
Figura 10. Arado del terreno	60
Figura 11. Trasplante de las plantas de semilla.....	60
Figura 12. Riego de plantas trasplantadas.....	61
Figura 13. Total, de plantas trasplantadas	61
Figura 14. Aplicación de enraizador.....	61
Figura 15. Colocación de trampas cromáticas	62
Figura 16. Aplicación de algas marinas	62
Figura 17. Riego por inundación	62
Figura 18. División por parcela.....	63
Figura 19. Aporcado en el cultivo.....	63
Figura 20. Aplicación de químico para mosca blanca y trips.....	63
Figura 21. Aplicación de urea.....	64
Figura 22. Visita del tutor	64
Figura 23. Primera toma de datos.....	64
Figura 24. Segunda toma de datos.....	65

Figura 25. Peso de los pimientos	65
Figura 26. Aplicación foliar	65
Figura 27. Croquis de campo	66
Figura 28. Unidad experimental	66
Figura 29. Croquis del lugar del ensayo.....	67
Figura 30. Fungicida / Inoculante biológico	67

Resumen

Botrytis cinérea es un hongo que muta y por esta razón cada vez el agricultor tiene que utilizar productos con ingredientes aún más fuertes para poder controlar su incidencia. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de *Pseudomonas fluorescens* como biocontrolador de *Botrytis cinerea* en el cultivo de pimiento, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) compuesto por 3 tratamientos (*Pseudomonas fluorescens*, tratamiento químico y testigo absoluto) mediante 7 repeticiones. Mediante los resultados obtenidos se pudo evidenciar que no hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el testigo, el tratamiento químico y el tratamiento con *Pseudomona fluorescens*, sin embargo, el número de frutos por planta fue de 1,42 unidades mayor con el tratamiento de *Pseudomona*, respecto al testigo absoluto e influye directamente en el rendimiento del cultivo. El estudio de la incidencia de *Botrytis cinérea* en el cultivo de no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, al igual que en el rendimiento por hectárea, aun así, el tratamiento con *Pseudomona* logro un rendimiento 27 % mayor al testigo absoluto, lo cual se ve reflejado en la relación beneficio-costos. La relación beneficio-costos fue mayor para el tratamiento con *Pseudomona fluorescens*, lo que permite considerarlo como una opción viable para ser aplicado a mayor escala en el cultivo de pimiento.

Palabras claves: Biocontrolador, *Botrytis cinérea*, pimiento, *Pseudomona fluorescens*

Abstract

Botrytis cinerea is a fungus that mutates and for this reason every time the farmer has to use products with even stronger ingredients in order to control its incidence. The objective of the present investigation was to evaluate the effect of *Pseudomonas fluorescens* as a *Botrytis cinerea* biocontroller in pepper cultivation, for which a randomized complete block design (DBCA) composed of 3 treatments (*Pseudomonas fluorescens*, chemical treatment and absolute control) by 7 repetitions. Through the results obtained, it was possible to show that there are no significant differences ($p < 0.05$) between the control, the chemical treatment and the treatment with *Pseudomona fluorescens*, however, the number of fruits per plant was 1,42 units higher with the *Pseudomonas* treatment, with respect to the absolute control and directly influences the crop yield. The study of the incidence of *Botrytis cinerea* in the pepper crop did not show significant differences between the treatments, as well as in the yield per hectare, even so, the treatment with *Pseudomona* achieved a yield 27% higher than the absolute control, which was It is reflected in the benefit-cost ratio. The benefit-cost ratio was higher for the treatment with *Pseudomona fluorescens*, which allows it to be considered as a viable option to be applied on a larger scale in pepper cultivation.

Palabras claves: Biocontrolador, *Botrytis cinérea*, pimienta, *Pseudomona fluorescens*

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

En el Ecuador la producción de pimienta constituye un rubro importante en el sector agrícola, esta especie se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos. Se estima que el cultivo de pimienta se siembra cerca de 1.420 ha, con una producción que rodea las 6.955 toneladas y un rendimiento promedio de 4.58 ton/ha, sin embargo, pese a realizar siembras en cantidades altas; se obtiene un promedio bajo. Por lo que, al comparar con la siembra y producción en otros países, esto se da por diferentes factores como variedades, deficientes prácticas de fertilización, presencia de plagas y enfermedades y densidades que no son apropiadas de siembra para cada genotipo (Cobo, 2012).

En su gran mayoría las plantaciones de pimienta se realizan a cielo abierto, pero en la última década la producción protegida en los cultivos ha avanzado, siendo importante en el cultivo de pimienta. El sistema de producción cerrado tiene condiciones de alta humedad originando el desarrollo de patógenos que de una u otra forma limitan la producción y afectan la calidad del producto. Entre las enfermedades más comunes se encuentran las causadas por hongos tales como el Moho gris causado por *Botrytis cinerea*, el mismo que afecta desde las hojas, tallos, pecíolos, flores hasta los frutos, ocasionando daños graves al cultivo y pérdidas económicas al productor (Sanz, Pratt y Pérez, 2007).

Botrytis cinerea es considerado un hongo patógeno necrotrofo capaz de infectar cerca de 200 especies en una gran variedad de órganos, desde las hojas, frutos hasta las flores. Este tipo de hongo causa la enfermedad llamada moho gris, provocando numerosas pérdidas en los cultivos, en diferentes circunstancias como campo abierto, invernadero o en almacenamiento refrigerado a 0 a 10 °C. También se le puede atribuir ser el principal responsable de las pérdidas pre y

postcosecha de cultivos como tomate, bayas, uvas, flores cortadas y bulbos de flores.

En el caso de las hojas de las plantas de pimientos se observan manchas localizadas, extendiéndose a lo largo de las nervaduras, en forma de una esporulación característica. Los tallos muestran lesiones, presentando una consistencia quebradiza. En flores y frutos, el hongo ingresa por heridas más fácilmente y origina una esporulación grisácea, tipo felpa, que persiste en presencia de alta humedad (Hernández, Bautista, Velázquez y Hernández, 2007).

Las bacterias del género *Pseudomonas* sp, son consideradas como agentes de biocontrol, dado a su capacidad de inhibir organismos patógenos como bacterias, hongos, nemátodos y virus, mediante sus particulares mecanismos de acción como; son la producción de sideróforos, ácido cianhídrico y antibióticos; además se ha comprobado su capacidad para inducir resistencia sistemática en ciertas especies de plantas. Dentro de este género bacteriano una de las más importantes es *P. fluorescens*, la mismo que ha investigada para verificar su eficiencia y posible uso como biocontrolador (Bernail, Martínez, Díaz, Herrera y Martínez, 2010).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El control de enfermedades fúngicas ha sido uno de los aspectos que más afectan a los cultivos agrícolas, de una u otra forma representa una preocupación para los agricultores, pero la mayor inquietud radica en buscar alternativas que sean viables, tanto en la disminución de los costos de producción y en los perjuicios ambientales. Por lo que, en busca de una solución emergente, el agricultor ha basado su combate en la utilización de plaguicidas para controlar

este y otro tipo de patógenos, el mismo que se ha hecho evidente gracias al aumento en el uso de estos productos en América Central.

El mayor problema que presenta el aumento en el uso de agroquímicos es la alta toxicidad de estos productos, tanto en la salud humana como en el medio ambiente, además del inconveniente que se produce por la resistencia generada en los organismos o fitopatógenos, lo que se induce al agricultor a utilizar cada vez mayores concentraciones de químicos para eliminar las plagas (Sanz, Pratt y Pérez, 2007).

1.2.2 Formulación del problema

¿Con la utilización de *Pseudomonas fluorescens*, podremos controlar la incidencia de la *botrytis* en el cultivo de pimiento?

1.3 Justificación de la investigación

El problema de la *Botrytis* es que es un hongo que muta y por esta razón cada vez el agricultor tiene que utilizar productos con ingredientes aún más fuertes para poder controlar la incidencia de este hongo. Esto ha llevado al desmedro de la economía del productor y su salud, debido que la utilización de los mismos ha provocado el desarrollo de enfermedades y por ende el aumento en cuanto a los costos de producción (Guerra, Betancourth y Salazar, 2011).

Cabe indicar que la *Pseudomonas fluorescens* se puede controlar con la utilización del control biológico, cuidando la salud del ser humano y permita obtener productos saludables. Por lo tanto, se busca nuevas alternativas para manejar las enfermedades en los cultivos, mediante el uso de microorganismos con capacidades para restringir el crecimiento de fitopatógenos y cuyos resultados sean una opción viable para la agricultura (Cruz, Chávez y Hernández, 2011).

El control biológico consiste en el uso de un organismo vivo para controlar a otro, estos actúan como antagonistas frente a microorganismos patógenos que producen daño en los cultivos. Entre los biocontroladores más importantes se encuentran las bacterias y hongos de los géneros *Bacillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Pseudomonas* y *Gliocladium*. Las colonias son generalmente pálidas o poseen una coloración muy característica ya sea rosada, púrpura o amarilla. Muchas de las especies dentro de este género son fitopatógenas y causan síntomas como la epinastia, obstrucción y empardecimiento de los vasos xilemáticos, necrosis, marchitamiento y finalmente la muerte de la planta.

Los antecedentes encontrados sobre el efecto antagónico de esta bacteria frente a diferentes géneros de hongos, representa una alternativa que permitiría disminuir en gran manera el uso excesivo de fungicidas que son aplicados para controlar el desarrollo de estos hongos, y de este modo se mejoraría la calidad del producto, la seguridad física de los trabajadores y también se reduciría la contaminación química al medio ambiente (Caviedes, 2010).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El desarrollo del trabajo de titulación se realizó en el Sector La Chorrera, cantón Yaguachi, con las respectivas coordenadas UTM:

ZONA: 17

HEMISFERIO: S

ESTE(X): 722460.6

NORTE (Y): 9778803.5

- **Tiempo:** El proyecto tuvo un tiempo de duración de seis meses, entre marzo a septiembre, hasta la verificación del rendimiento de los tratamientos en estudio.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de *Pseudomonas fluorescens* como biocontrolador de *Botrytis cinerea* en el cultivo de pimiento

1.6 Objetivos específicos

- Valorar la incidencia de *B. cinerea*. en el cultivo mediante la observación de frutos afectados.
- Determinar el efecto de los tratamientos propuestos en el crecimiento y producción del cultivo.
- Establecer la utilidad económica de las alternativas de control de *B. cinerea* mediante la relación beneficio - costo.

1.7 Hipótesis

¿Con la utilización de *Pseudomonas fluorescens* se podrá controlar la *Botrytis cinerea* en el cultivo de pimiento?

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Se realizó un estudio para comprobar el efecto antagonista que presenta la sobre dos especies de hongos fitopatógenos correspondientes a *F. oxysporum* y *F. moniliforme*. Se colectaron muestras de suelo y raíz dentro de tres plantaciones de papa y se realizaron aislamientos bacterianos y pruebas confirmatorias (Api 20E y Vitek) para evidenciar si se estaba bajo la presencia de *P. fluorescens*. Se logró aislar tres cepas con las cuales se realizaron pruebas de antagonismo dando como resultado, luego de ocho días de incubación, que las cepas aisladas presentaban un efecto supresor sobre el crecimiento de los hongos en cuestión. Sin embargo, en comparación con estudios anteriores estos porcentajes resultaron bajos. También se evaluó la compatibilidad de las cepas bacterianas frente a tres fungicidas utilizados para el control de *Fusarium sp*, ninguna de las tres fue inhibida por los agroquímicos (Ulloa, 2011).

Se evaluó la capacidad de protección de enfermedad y de promoción del crecimiento vegetal de aislamientos de *Pseudomonas fluorescentes*, en el sistema alfalfa-Pythium debaryanum. Mediante un bioensayo en cámara de crecimiento, bajo condiciones controlada de temperatura y fotoperíodo. Las semillas de alfalfa se sembraron en substrato vegetal comercial y se procedió según los siguientes tratamientos: sin *Pseudomonas*, sin *P. debaryanum* (control de germinación); son *Pseudomonas*, inoculado con *P. debaryanum* (control de enfermedad); cada uno de los aislamientos de *Pseudomonas* co-inoculados con *P. debaryanum*. El control de enfermedad registró un 33.2 % de plantas emergidas al día 15 respecto al control de germinación (100 %). Los 101 aislamientos evaluados mostraron un rango amplio de valores de emergencia. Un 12 % de los aislamientos presentó una

capacidad de protección alta con emergencia superior a 60 %. Se evaluó la capacidad de promoción del crecimiento vegetal de los aislamientos bacterianos, registrándose la biomasa total al día 35 como variable discriminante. La metodología aplicada permitió identificar cinco aislamientos con una capacidad de protección y crecimiento vegetal, los cuales califican para una posterior validación agronómica en condiciones de campo (Yanes, Fernandez, Arias y Atier, 2014).

Se evaluó un sistema de rotación soyatomate, con incorporación de biomasa verde y aplicación de inóculos microbianos individuales, utilizando 9 tratamientos: solo tomate (T); rotación tomate-soya (TS); rotación tomate-soya con inoculaciones individuales de *Azospirillum oryzae* (A); de *Pseudomonas fluorescens* (P); de *Bacillus subtilis* (B); de microorganismos de montaña (MM). Se evaluaron las variables físicas y químicas, además de las variables biológicas: respiración de suelos, unidades formadoras de colonias de hongos, bacterias y actinomicetos. Destaca el incremento del P en solución de suelo en tratamientos a los que se adicionó MM (Castro, Murillo, Uribe y Mata, 2015).

Se realizó la evaluación de cepas de *Pseudomonas* de la colección de Cultivos del ICIDCA para ser empleadas en el control biológico que afectan cultivos de interés económico. Se escogieron 7 cepas que producen sideróforos y metabolitos antimicrobianos frente al hongo *Sclerotium rolfsii* mediante cultivo dual en papa dextrosa Agar más King B y Agar Nutriente, determinando la inhibición del crecimiento micelial del hongo. Se observó que las 7 cepas inhiben el crecimiento de éste entre el 60 y 90 % por la producción de sideróforos y compuestos antibióticos lo que las hacen efectiva para el control biológico. Las mejores cepas fueron las cepas de las *Pseudomonas sp.* 13 y las *Pseudomonas aeruginosa* PSS, y 11 (Villa, Frias y Gonzales, 2011).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Enfermedades en el cultivo de pimiento

Botrytis cinerea: también conocida como podredumbre gris, esta enfermedad del pimiento afecta a las hojas, las flores y los tallos de la planta en donde presentan manchas pardas que no son más que el micelio gris del hongo. En el caso de los frutos la podredumbre que se desarrolla es acuosa causando su reblandecimiento (Chew, Vega, Palomo y Jiménez, 2008).

Taxonomía

Nombre común: Moho gris

Clase: Deuteromycetes

Orden: Moniliales

Género: *Botrytis*

Especie: *Cinerea* (Matute, 2019).

Ceniza u oídio: al igual que con la *Botrytis*, la presencia de este hongo se divisa por la aparición de un micelio de color blanco sobre las hojas. Si el ataque se amplía las hojas se secan y se desprenden, provocando que los frutos estén expuestos directamente al sol, por lo tanto, son susceptibles a sufrir quemaduras solares (Chew, Vega, Palomo y Jiménez, 2008).

Tristeza seca: esta enfermedad ataca a la planta en cualquier ciclo vegetativo, el ataque inicia al nivel del cuello causando una mancha oscura que se extiende por todo el tallo a su vez puede afectar a las raíces. Los daños que esta enfermedad son capaces de provocar la marchitez y muerte de la planta sin que haya un amarilleo previo de esta, por ellos es difícil detectar la enfermedad (Clavijo, 2014).

Sarna bacteriana: se trata de una enfermedad que se transmite por la semilla, absorbiendo progresivamente la piel de la planta, dejando zonas huecas a lo largo

del fruto. El agua estancada sobre las raíces o sobre el mismo fruto es el principal caldo de cultivo para esta enfermedad, así que habrá que tener especial cuidado en este sentido (Coello, 2014).

2.2.1 Plagas en el cultivo de pimiento

Pulgones: está presente en diferentes tipos de cultivos es capaz de provocar importantes daños en el pimiento, debido que se alimenta de la materia vegetal de este. Los pulgones al succionar la planta originan una debilidad que al ser progresiva termina en necrosis, los mismos se localizan al ver restos de savia en las hojas, sin embargo, es peligroso pues facilita la invasión de enfermedades (Velásquez, Reveles y Reveles, 2013).

Trips: son insectos alargados de color marrón que, al igual que los pulgones, se alimentan de la savia de la planta y por lo tanto, la debilitan. Los trips en el cultivo de pimiento son especialmente peligrosos debido que transmiten el virus TSWV, también conocido como bronceado del tomate, al punto que puede haber una pérdida total en las cosechas (Mitidieri y Polack, 2012).

Mosca blanca: este parásito ataca a través de las hembras, las mismas que depositan sus huevos en el envés de las hojas. Una vez que nacen, estas larvas se alimentan de la succión de la savia de la planta, debilitándola, por lo que causa el marchitamiento general en el cultivo. Se puede detectar la presencia de la mosca blanca, revisando el envés de las hojas y fijándose si la planta presenta esferas de color blanco o más claras que el verde habitual (Sandoval, Martínez, Hernández, Fernández, Arvizu y Soto, 2011).

Araña roja: de la misma manera este insecto es enemigo de muchos tipos de cultivos, entre ellos se encuentra el pimiento. Los adultos son capaces de provocar daños severos en la planta, debidos que succionan los jugos celulares de la misma,

reprimiendo su óptimo desarrollo. La detección se da porque tiñen el tejido afectado de un color rojizo que con el paso del tiempo se necrosa y también en estados muy avanzados de la plaga se aprecia la presencia de una tela de araña por toda la planta (Fuertes, 2019).

2.2.3 *Botrytis cinérea*

2.2.3.1 *Características morfológicas*

Este hongo se considera un parásito facultativo debido que tiene numerosos hospederos incluyendo malezas, es capaz de desarrollar una gran cantidad de enfermedades comunes y ampliamente distribuidas, sobretodo en cultivos hortícolas, ornamentales y frutales de climas fríos o fríos moderados en todo el mundo. Las principales fuentes de inóculo primario son las conidias (esporas asexuales) que resultan de la germinación de los esclerocios (estructuras de supervivencia), formados sobre tallos de mora en descomposición, además del micelio formado en hojas muertas y frutos momificados (Pazmiño, 2018).

La incidencia y severidad del moho gris es variable según la época del año y la zona de producción, sin embargo, aumenta durante la temporada invernal, dado que la alta humedad relativa hace que el hongo esporule rápidamente. Los síntomas se presentan en las estructuras reproductivas de la planta y pueden ocasionar la pérdida total de la producción (Benjumeda, 2017).

Las flores afectadas presentan coloraciones pardas en los pétalos mientras que los pedúnculos o tallos florales se necrosan, por lo que afecta el cuajado de los frutos, los mismo que mueren y se momifican rápidamente. Además, son capaces de permanecer adheridos a los racimos, donde el hongo continúa esporulando, la supervivencia de este hongo ocurre de manera saprófita en frutos momificados o material vegetal en descomposición a nivel de campo (Martínez y Moreno, 2008).

Sobrevive también como micelio en corteza y yemas en latencia. Puede resistir a condiciones adversas en estructuras resistentes denominadas esclerocios sobre sarmientos y peciolo de vid, hasta que las condiciones le sean favorables. Estas estructuras pueden encontrarse también en el suelo (Orieta y Larrea, 2015).

2.2.3.2 Ciclo de infección del *Botrytis cinérea*

Las esporas de moho gris (*Botrytis cinérea*) requieren de humedad de cualquier fuente como rocío, lluvia o agua de irrigación y nutrientes para la germinación. Pues en plantas secas, la germinación tiene lugar a una humedad relativa muy elevada. Este moho es un hongo necrotrófico, es decir segrega compuestos que matan las células vegetales e inmediatamente se nutre de su contenido, en el área infectada, se desarrollan esporas a corto plazo. En ambientes desfavorables para la germinación, pueden sobrevivir unos días en la superficie de la planta y germinar cuando aumente la humedad relativa. Las heridas también ofrecen suficiente humedad para que proliferen los hongos, en general este moho se considera un patógeno débil, que solo infecta las plantas dañadas o débiles (Álvarez, 2012).

Adhesión y germinación

Quinatoa (2015) menciona que este ciclo se lleva a cabo mediante dos fases, en la primera fase el conidio forma interacciones hidrofóbicas y admiten la germinación por diversos factores como la disponibilidad de agua y la humedad relativa entre otros factores, mientras que en la segunda fase el conidio ha germinado y desarrolla una matriz compuesta de lípidos, polisacáridos y melanina que permite al hongo adherirse a la superficie del huésped.

Penetración

La infección se da a partir de tejidos dañados o que hayan sido infectados previamente por algún otro patógeno, a través de penetración directa o por

aberturas naturales como las estomas, dando origen a la penetración, además este hongo es capaz de producir sustancias que degradan el material vegetal y facilitan la penetración (Padilla, 2011, pág. 2).

Muerte del tejido vegetal

Una vez que el hongo se introduce al tejido vegetal da origen a una lesión primaria que provoca la invasión del tejido. El ácido oxálico al estar presente dentro de la planta forma cristales de oxalato cálcico el cual actúa como quelante de iones de calcio y cobre, la eliminación de estos iones hace que absorba agua y se hinche provocando una deformación, asimismo la producción de especies reactivas de oxígeno ocasionan la muerte celular (Villares, Martínez, Ochoa, Asaquibay y Gallegos, 2010).

Fase de latencia

“En esta fase, se muestran escenarios desfavorables para el hongo debido que presentan mecanismos de defensa para la planta por lo que el hongo permanece en esta fase y se desarrolla un gran número de frutos” (Herrera, 2015, pág. 15).

Colonización y maceración

Una vez que las condiciones se tornan favorables para el hongo y el mismo logra invadir intracelularmente los tejidos de las plantas, la infección se forma segregando una serie de enzimas degradativas adquiriendo nutrientes, de esta manera permitir el crecimiento a partir del tejido vegetal que se encuentra a su alrededor (Garcés, 2011, pág. 196).

Esporulación y dispersión

Cuando la infección está establecida, la putrefacción se presenta en el tejido vegetal, originando la formación de conidios o conidióforos sobre la superficie del cultivo dando lugar a la coloración característica de la enfermedad, una vez que el

hongo ha esporulado la dispersión de conidios inicia nuevamente el ciclo en otra superficie vegetal (Fiallos, 2012)

2.2.3.3 Factores condicionantes de *Botrytis cinerea*

Existen factores ambientales, climáticos y agronómicos que determinan la incidencia y el desarrollo de la enfermedad son:

Temperatura: la actividad del hongo incluye un rango muy amplio de temperatura que va desde 0 a 40 °C, aunque la germinación de la conidias propagadoras de la enfermedad, se activan con temperaturas próximas a 15 °C.

Humedad: se considera un factor importante para la germinación de las conidias y la propagación de la enfermedad a través de los órganos vegetativos de la planta, por lo que es favorable la humedad relativa alta o la presencia de lluvias.

Otros factores: se dan a través de heridas producidas por diversas causas, también por presencia de otras enfermedades como oídio; granizo o pedriscos y además por orificios causados por la puesta de huevos de la polilla, que favorecen y magnifican la incidencia y gravedad de la enfermedad (Alberte, 2006).

2.2.3.4 Cultivos que ataca el *Botrytis cinérea*

Los síntomas se desarrollan según tres aspectos que son el tipo de planta atacada, la parte atacada y las condiciones de crecimiento. Cuando existe humedad alta se puede ver un entretejido fino gris, este tejido forma una estructura denominada onidióforo el mismo que contiene esporas. Con respecto a las plantas infectadas, estas liberan esporas por la enfermedad en forma de nubes cuando por alguna razón se mueven, así como la humedad tiene la capacidad de acelerar la liberación de las esporas, la mala circulación de aire contribuye a la supervivencia y desarrollo de la enfermedad (Martínez, 2015).

2.2.3.5 Manejo de la enfermedad

Obreque (2004) considera que el hongo persiste por mucho tiempo tanto en el suelo como en desechos de las plantas y frutos, para impedir esto se debe recolectar y quemar el material afectado, también se requieren podar ramas secas, deshierbar o hacer nuevas plantaciones, de esta manera se favorece a la aeración del cultivo, con la finalidad de prevenir el desarrollo de las enfermedades. Asimismo se recomienda fertilizar, cosechar los frutos en su óptimo punto de maduración evitando dejar madurar en la planta. Cuando se presenta en frutos ya formados, el moho gris provoca una pudrición húmeda por lo que se descomponen totalmente mientras que frutos que apenas se están formando, ocasiona necrosis y momificación.

Aparentemente, los frutos verdes son más susceptibles si existen las condiciones favorables de temperatura y humedad para el desarrollo del microorganismo. Para tener un control de esta enfermedad es necesario monitorear constantemente el cultivo, principalmente en épocas húmedas, de esta manera se puede síntomas iniciales de la enfermedad; además de una buena aireación dentro del cultivo, poda permanente de las ramas que han fructificado y eliminación de tallos y ramas que presentan los síntomas de la enfermedad, reduciendo así fuentes de contaminación (Martínez, 2015).

2.2.4 Microorganismos rizosféricos

La interacción de microorganismos rizosféricos, conocidos también como hongos formadores de micorrizas arbusculares (AMf), hongos del género *Trichoderma* y bacterias del género *Pseudomonas*, comúnmente son catalogados como agentes de control biológico o microorganismos promotores del crecimiento vegetal, dependen de este tipo de factores para expresar sus potenciales efectos

benéficos; sin embargo, las interacciones entre los microorganismos son complejas y se pueden presentar efectos sinérgicos que potencialicen los beneficios para la planta o, por el contrario, efectos antagónicos o, simplemente, que no ocurra ningún efecto (Soto, Tramón, Aqueveque y Brujin, 2018).

Entre los microorganismos más usados en el control biológico se encuentran los géneros *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Azotobacter* y *Azospirillum*. Las bacterias del género *Pseudomonas* posee un potencial que les permite degradar compuestos aromáticos y xenobióticos, así como también la capacidad de colonizar el sistema radicular de plantas, formar biopelículas y ser manejable desde el punto de vista genético. Estas también son grupo de bacterias habitantes del suelo y predominante de numerosas en la microflora de la rizosfera de diversas plantas, siendo las primeras en colonizar las raíces jóvenes. Varios de estos organismos eliminan enfermedades en las plantas y son capaces de proteger las raíces y las semillas de la infección de patógenos presentes en el suelo (Acebo, 2010).

2.2.5 *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas fluorescens son bacterias baciliformes, aerobias, tienen varios flagelos polares, conocidas también por su capacidad de estimular el crecimiento de las plantas que viven en contacto con ellas y ser utilizadas en diversidad de nutrientes, razón por la que se explica su ubicuidad. Su actividad enzimática las convierte en un grupo de microorganismos importante, dado que son responsables de la degradación aeróbica de compuestos en diversos ecosistemas (Suarez y Moreno, 2010).

Otro aspecto destacable del *P. fluorescens* es la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento. Las principales sustancias de este tipo son

hormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas. Además, también producen aminoácidos y promotores específicos del crecimiento vegetal. Dicha producción se da siempre y cuando haya una adecuada concentración de organismos en el sistema radicular y que en el suelo exista suficiente cantidad de materia orgánica (Suquilanda, 2012).

Entre los microorganismos beneficiosos más importantes se han descrito las diferentes especies de bacterias del género *Pseudomonas* capaces de favorecer activamente el crecimiento de las plantas aun en presencia de suelos infectados de hongos y bacterias patógenos responsables de numerosas enfermedades radiculares.

La eficacia de estas bacterias depende directamente de la cepa, por lo que durante las dos últimas décadas se están aislando y produciendo para la agricultura aquellas que mejor y más rápidamente se asocian al sistema radicular y manifiestan un mejor comportamiento antagonista frente a al amplio rango de hongos patógenos del suelo (Akintui, Alcántara, Alva, y Castillo, 2015).

Uno de los mecanismos más importantes, de las *pseudomonas fluorescentes* es que promueven el crecimiento vegetal, mediante la supresión de microorganismos patógenos más o menos importantes. También manifiestan sus efectos promotores del crecimiento indirectamente, estimulan la acción beneficiosa de otros microorganismos asociados a las raíces, como las micorrizas. Cuando la estimulación del crecimiento vegetal se produce en ausencia de otros microorganismos, se le atribuye al incremento de la disponibilidad de nutrientes minerales, como el fosfato o el nitrógeno, debido a la producción de fitohormonas estimuladoras del crecimiento vegetal o a la degradación de precursores del etileno en la raíz por parte de estas bacterias (Carzola, 2015).

2.2.5.1 Taxonomía

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Pseudomonadales

Familia: Pseudomonadaceae

Género: *Pseudomonas*

Especie: *fluorescens* (Cano, 2018).

2.2.5.2 *Pseudomonas fluorescens* como agente de control biológico

Existe un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efectos antagónicos frente a otros microorganismos, dicha acción es aprovechada como una forma de control biológico de fitopatógenos entre los cuales se encuentran las bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus* y hongos de los géneros *Fusarium*, *Gliocladium* y *Trichoderma*.

Las bacterias *Pseudomonas* del grupo fluorescente se consideran una opción competente en el control biológico de fitopatógenos. Este grupo bacteriano es un importante colonizador de la rizosfera de plantas. Actualmente existen diversas cepas de *P. fluorescens* que han sido registradas y algunas de ellas patentadas para su uso en los cultivos agrícolas como agentes de control biológico (Santoyo, Valencia, Orozco, Peña, y Farías, 2009).

Produce compuestos extracelulares conocidos como biosurfactantes, debido a que pueden crecer en presencia de hidrocarburos, lo cual estimula la producción de estas moléculas. Tienen una alta tasa de reproducción y un poder competitivo frente a otros microorganismos autóctonos, un cierto grado de inmunización frente a los exudados radiculares, ser poco exigente en cuanto a sus necesidades

nutricionales, producir metabolitos supresivos para sus competidores y capaz de sobrevivir en un amplio rango de valores de temperatura, humedad, salinidad, textura y PH del suelo (Cano, 2018).

2.2.5.3 Características principales

- Ayudan a estimular el crecimiento de la planta produciendo antibióticos, el mismo que evitan que la planta se enferme por la presencia de otras bacterias u hongos patógenos.
- Compiten con estos patógenos e impiden su crecimiento.
- Tienen la capacidad de acelerar la germinación y el crecimiento de las plantas a través de hormonas.
- Eliminan sustancias contaminantes para el suelo y el agua. Cuando en el suelo hay poco hierro, liberan un compuesto amarillo fluorescente para capturarlo.
- Promueven el crecimiento vegetal y suprimen a los microorganismos patógenos. Hay quien ha sugerido que estimulan el establecimiento de otros microorganismos beneficiosos asociados a las raíces como las micorrizas.
- Las *Pseudomonas* producen un incremento de la disponibilidad de Fósforo y nitrógeno en forma asimilable para la planta debido a la producción de fitohormonas estimuladoras de la actividad vegetativa, así como la degradación de precursores del etileno (Santoyo *et al.*, 2009).

2.2.5.4 Efectos positivos de *Pseudomonas fluorescens* sobre el suelo

Mejoran la disponibilidad de los nutrientes en el suelo.

Mejoran la sanidad vegetal a través del control de fitopatógenos.

Inducen resistencia sistémica a las enfermedades del suelo.

Facilitan el establecimiento de las plantas.

Disminuyen la susceptibilidad a las heladas.

Mejoran la capacidad de fijación de nitrógeno (Álvarez, Arbelo, Pérez y Quezada, 2015).

2.3 Marco legal

Plan Nacional de Desarrollo Toda una vida (2017-2021)

Objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para actuales y futuras generaciones

3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

3.2 Distribuir equitativamente el acceso al patrimonio natural, así como los beneficios y riqueza obtenidos por su aprovechamiento, y promover la gobernanza sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

3.3 Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

3.5 Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía.

3.6 Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

3.7 Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada.

3.8 Promover un proceso regional de protección y cuidado de la Amazonía, como la mayor cuenca hidrográfica del mundo.

3.9 Liderar una diplomacia verde y una voz propositiva por la justicia ambiental, en defensa de los derechos de la naturaleza (Plan Nacional de Desarrollo, 2017,. 66).

Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria

Título I

Principios generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente. El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de

alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011, p.1).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación fue tipo experimental, debido que se utilizó la bacteria de *Pseudomonas fluorescens* como biocontrolador de *Botrytis cinerea* en el cultivo de pimiento y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron, se recomienda la utilización de la bacteria sobre la incidencia de esta enfermedad.

3.1.2 Diseño de investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) compuesto por 3 tratamientos mediante 7 repeticiones detalladas en la Tabla 1.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Dosis de *Pseudomonas fluorescens*

3.2.1.2. Variable dependiente

- Incidencia
- Altura de planta
- Número de frutos por planta
- Longitud del fruto
- Diámetro del fruto
- Peso del fruto
- Rendimiento
- Costo/beneficio
-

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron corresponden a tres dosis de un producto comercial que contiene una concentración de $1-2 \times 10^9$ ufc/gramo de gránulos de *Pseudomonas*. En donde además se comparó con un tratamiento testigo sobre la base de un fungicida químico cuyo ingrediente activo es *Pseudomonas fluorescens*. Estos tratamientos se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos a evaluarse

No	Descripción
1	250g/ha Cepa de <i>pseudomona</i>
2	500g/ha Testigo químico
3	Testigo absoluto

Avecilla, 2020

3.2.3 Diseño experimental

Este experimento utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) compuesto por 3 tratamientos. Cada uno de estos tratamientos se valoró mediante 7 repeticiones, generando por lo tanto un ensayo de 21 unidades experimentales (parcelas).

Cada unidad experimental tendrá un ancho de 6 m y una longitud de 5 m, en los cuales se ubicaron 6 hileras de plantas, con 13 plantas cada una. El área útil de la parcela tendrá un ancho de 6.0 m y una longitud de 5.4 m en cada una de estas áreas utilizadas se tendrá un total de 78 plantas. Estas medidas e indicaciones se pueden observar en Anexos.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos bibliográficos

Revistas científicas

Artículos científicos

Libros

Sitios web

Tesis

Recursos materiales

Las herramientas de campo utilizados para el trabajo experimental se describen a continuación:

Plántulas de pimiento

Bacteria *Pseudomonas fluorescens*

Fertilizantes

Insecticidas

Fungicidas

Herbicidas

Bomba de aspersión CP3

Cinta métrica

Balanza

Machetes

Calibrador

Flexometro

Libreta de campo

Equipos

Computadora

Cámara fotográfica

Impresora

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Manejo del experimento

Preparación del terreno

Se realizó un arado con la ayuda de un tractor para remover el suelo y eliminar malezas. Luego se delimitó el área experimental para el desarrollo del trabajo de campo.

Semillero

Para la realización del semillero se utilizó bandejas plásticas de 158 agujeros, apropiada para semilleros que permite buenos resultados para la germinación de las semillas.

Trasplante

El trasplante se realizó a los 30 días después de la siembra del semillero, utilizando las plantas más sanas posibles. Con un distanciamiento de 0,30 m entre planta y 0.80 m entre hileras.

Riego

Se utilizó riego por gravedad al momento del trasplante y posteriormente cada 7 días para favorecer el crecimiento del cultivo, evitando encharcamientos.

Manejo de malezas

Se utilizó control químico pre emergente de pendimentalin en dosis de 250 cc/bombada después de la siembra y luego para el control de malezas de hoja angosta se aplicó pedimentalina según las indicaciones del herbicida.

Manejo de plagas y enfermedades

Se efectuó monitoreo semanales identificando las poblaciones de insectos, de acuerdo a esto se aplicaron diferentes productos necesarios para el control, según las recomendaciones técnicas.

Para el control de la mosca blanca se utilizó mew mectin hexmitw y rasson

Fertilización

Se aplicó dosis de Nitrógeno, Potasio y Fósforo según los requerimientos nutricionales de acuerdo al análisis de suelo, del área experimental.

Poda

Se realizó antes de la floración podas de formación, destalle y deshoje en el cultivo de pimiento, de manera que permitieron, mayor crecimiento, desarrollo y productividad de la hortaliza.

Tutoreo

Se realizó el tutoreo tradicional, a los 60 días, para mantener la planta erguida y en posición vertical.

Cosecha

Se realizó a los 65 días después del trasplante, debido que transcurrido estos días las plantas de pimiento presentan sus primeros frutos y posterior a esto la cosecha se realizó de forma manual.

Medición de las variables

Se tomaron las siguientes variables en 10 plantas escogidas al azar del área útil de la parcela.

Incidencia

Se calculó por medio de un porcentaje en el campo experimental, utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

Altura de la planta

Para evaluar esta variable del área útil de la parcela, se utilizó un flexometro para determinar los promedios y se expresaron en cm, desde el nivel del suelo hasta el último brote apical desarrollado.

Número de frutos por planta

El conteo de número de frutos se realizó por cada unidad experimental y se promedió con cada una de la cosecha.

Longitud del fruto

La longitud del fruto se realizó desde la base del fruto hasta el ápice, se utilizó un calibrador y su resultado se expresó en cm.

Diámetro del fruto

Fue tomada desde la parte media de los mismos con un calibrador y se expresará los resultados en cm.

Peso del fruto

Se escogieron un total de 10 frutos tomados al azar de cada unidad experimental, se utilizó una balanza y el peso promedio del fruto se expresó en gramos. Esta variable y las dos anteriores se promediaron de acuerdo a las tres cosechas que se realizaron.

Rendimiento

Se tomó como referencia el peso de todos los frutos del área por parcela, considerando el área útil de cada una de ellas y transformarlo en kg/ha.

Relación beneficio/costo

Se calculó, el presupuesto total, de acuerdo a costos directos e indirectos de producción de cada tratamiento y el beneficio/costo que se obtuvo en cada uno de manera que se pudo determinar cuál de los tratamientos es el más eficiente.

3.2.5 Análisis estadístico

La información que se tenga de este experimento, fue evaluada estadísticamente mediante el análisis de varianza con el fin de detectar diferencias significativas, en el caso de existir estas diferencias se aplicó el Test de Tukey para la comparación de promedios y así se definió el tratamiento con los mejores efectos. El modelo del análisis de varianza se encuentra detallado en la Tabla 2.

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Total (n-1)	20
Tratamiento (t-1)	6
Repeticiones (r-1)	2
Error experimental (t-1)(r-1)	12

Avecilla, 2020

4. Resultados

4.1 Incidencia de *B. cinerea*. en el cultivo mediante la observación de frutos afectados

4.1.1 Incidencia (%)

Tabla 3. Incidencia (%)

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	24.97 a
2	T2: QUIMICO	27.00 a
3	T3: ABSOLUTO	22.86 a

Avecilla, 2020

En la Tabla 3, se pueden observar los resultados obtenidos del análisis de varianza (Anexo 1b) los tres tratamientos no difirieron estadísticamente, teniendo valores de incidencia de 27.00 (T2: químico), 24.97 (T1: *Pseudomonas*) y 22.86 (T3: Absoluto). Con un coeficiente de variación de 31.67 %.

4.1.2 Altura de planta

Tabla 4. Altura de planta

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	51,83 a
2	T2: QUIMICO	48,73 a
3	T3: ABSOLUTO	50,79 a

Avecilla, 2020

Los promedios obtenidos en la altura de planta se observan en la Tabla 4, los mismos que fueron sometidos al análisis de varianza que se observan en el (Anexo 2B) indicando que los tratamientos no muestran diferencias estadísticamente significativas. Los resultados arrojaron un coeficiente de variación de 17.45 %

4.1.3 Número de frutos por planta

Tabla 5. Número de frutos por plantas

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	8,71 a
2	T2: QUIMICO	8,43 a
3	T3: ABSOLUTO	7,29 a

Avecilla, 2020

De acuerdo a los promedios de la Tabla 4 (número de frutos de planta), indican que los tratamientos no muestran diferencias estadísticamente significativas. Los resultados mostraron valores en el T1 (*Pseudomonas*) 8.71, T2 (químico) 8.43 y T3 (químico) 7.29. Los resultados arrojaron un coeficiente de variación de 18.84 %.

4.2 Efecto de los tratamientos propuestos en el crecimiento y producción del cultivo

4.2.1 Diámetro del fruto

Tabla 6. Diámetro del fruto (cm)

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	7,02 a
2	T2: QUIMICO	6,66 a
3	T3: ABSOLUTO	6,75 a

Avecilla, 2020

Los promedios de la Tabla 6 (diámetro del fruto), se pueden evidenciar que los tratamientos utilizados dieron respuesta estadísticamente significativa (Anexo 4B), Los resultados arrojaron un coeficiente de variación de 8.02 %.

4.2.2 Longitud del fruto (cm)

Tabla 7. Longitud del fruto (cm)

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	11,08 a
2	T2: QUIMICO	11,22 a
3	T3: ABSOLUTO	10,19 a

Avecilla, 2020

De acuerdo a los promedios de la Tabla 7 (longitud del fruto), muestran 2 tratamientos y un testigo, cada uno de ellos fueron sometidos al análisis de varianza que se observan en el (Anexo 4b) indicando que los tratamientos no muestran diferencias estadísticamente significativas, obteniendo promedios de 11.22 para el tratamiento 2 (Químico), 11.08 T1 (*Pseudomonas*) y 10.19 T3 (Testigo). Los resultados presentaron un coeficiente de variación de 7.51 %.

4.2.3 Peso del fruto

Tabla 8. Peso del fruto (g)

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	61,69 a
2	T2: QUIMICO	62,58 a
3	T3: ABSOLUTO	56,47 a

Avecilla, 2020

Según se puede observar en la Tabla 8 correspondiente a los promedios de la variable peso del fruto, los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas de acuerdo al análisis de varianza que se muestra en el anexo 5B. Los valores muestran promedios de 61.69, 62.58 y 56.47 con 379,4 g, mientras que el menor valor lo presenta el T5 (testigo absoluto) con 346,3 gramos. Los resultados presentaron un coeficiente de variación de 2,47 %.

4.2.4 Rendimiento kg/has

Tabla 9. Rendimiento kg/has

Nº	Tratamientos	Promedios
	T1:	
1	PSEUDOMONAS	23888,96 a
2	T2: QUIMICO	21974,16 a
3	T3: ABSOLUTO	17377,84 a

Avecilla, 2020

En la Tabla 9 se observan los promedios de la variable rendimiento (kg/ha), los mismos que no presentaron diferencias estadísticas de acuerdo al análisis de

varianza que se muestra en el anexo 7B. Los valores muestran valores de 23888.96 (T1), 21974,16 (T2) y 17377,84 (T3).

4.3 Utilidad económica de las alternativas de control de *B. cinerea* mediante la relación beneficio - costo.

4.3.1 Análisis económico

En el análisis económico que se indica en la Tabla 10 de acuerdo a las diferentes dosis aplicadas en el cultivo, se establece que el tratamiento 1 (*Pseudomonas*) presenta la mayor utilidad con \$ 500 dejando un costo/beneficio de 1.6, mientras que el tratamiento que presenta el menor beneficio es el T3 (testigo) con \$ 200 presentando un costo/beneficio de 1.4 Cabe recalcar que el análisis establecido es de tres cosechas, vendiendo a \$ 0.80* kg.

Tabla 10. Análisis económico

DESCRIPCION	TRATAMIENTOS		
	T1: <i>Pseudomonas</i>	T2: Químico	T3: Testigo
Rendimiento (kg/ha)	20657,08	22201,2	17344,1
Rendimiento (sacas/35kg)	254,16	258,32	73,9
Rendimiento ajustado(sacas/35kg)	131,4	117,4	0
Precio por saca de 35 kg	10	10	10
Beneficio total (\$/ha)	1314	1174	652
Costo fijo (\$/ha)	777	747	452
Costo variable(\$/ha)	37	37	0
Costo total (\$/ha)	814	784	452
Utilidad (\$/ha)	500	390	200
Relación beneficio/costo	1,614250614	1,49744898	1,4424779

Avecilla, 2020

5. Discusión

Colombo (2002), en su investigación sobre manejo de enfermedades en cultivos protegidos de pimiento menciona que durante el cultivo de pimiento la lucha contra esta enfermedad es muy difícil porque existen razas de *Botrytis cinerea* resistentes a los principales fungicidas específicos.

Mediante los resultados obtenidos mediante los postulados de Kosch se evidenció que no existe diferencia significativa entre el tratamiento con *Psdeudomonas*, el tratamiento químico y testigo absoluto. Tanto la incidencia como la altura de la planta mostraron resultados sin diferencia estadística, cabe destacar que el número de frutos por planta fue de 1,42 unidades mayor con el tratamiento de *Pseudomona*, respecto al testigo absoluto. De igual manera la incidencia de *Botrytis cinérea* no mostró diferencia en el cultivo del pimiento, tanto el diámetro y longitud del fruto como el peso y rendimiento expresado en Kg/ha, no mostraron diferencia significativa, pese a que numéricamente el tratamiento con *Pseudomona* presentó un rendimiento 27 % mayor al testigo absoluto.

El período que se realizó la investigación fue entre marzo y septiembre del presente año. Villarroel (1997) menciona que el patógeno *Botrytis cinérea* se desarrolla mejor en condiciones de alta humedad, en los meses de diciembre, enero y febrero, época de mayor precipitación en la región.

Los datos obtenidos en la presente investigación se asemejan a los reportados por Cianca (2006), quien indica que el control de la incidencia, expresado en la eficacia del producto ha tenido influencia en la variable rendimiento, pese a que no se ha logrado una diferencia significativa, el rendimiento alcanzado es mayor lo que se ve reflejado en la relación beneficio-costos. Si bien el desarrollo del patógeno se ha controlado no ha sido en la proporción esperada, pero sus resultados han sido más contundentes en el rendimiento.

En los resultados del análisis económico se puede evidenciar que, pese a que el tratamiento con *Pseudomona* tuvo un rendimiento ligeramente menor al tratamiento químico, este obtuvo mayor utilidad, lo cual se manifiesta en la relación beneficio – costo, demostrando que es una alternativa viable para aplicar en el cultivo del pimiento.

6. Conclusiones

Mediante los resultados obtenidos por los postulados de Koch se pudo evidenciar que no hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el testigo, el tratamiento químico y el tratamiento con *Pseudomona fluorescens*, sin embargo, el número de frutos por planta fue de 1,42 unidades mayor con el tratamiento de *Pseudomona*, respecto al testigo absoluto e influye directamente en el rendimiento del cultivo. El tratamiento que aplicó *Pseudomona* obtuvo una altura promedio de la planta de 51,83 y 8,71 frutos por cada una.

El estudio de la incidencia de *Botrytis cinérea* en el cultivo de pimiento no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, al igual que en el rendimiento por hectárea, aun así, el tratamiento con *Pseudomona* logro un rendimiento 27 % mayor al testigo absoluto, lo cual se ve reflejado en la relación beneficio-costos. El tratamiento con *Pseudomona* diámetro del fruto fue 7,02 cm., la longitud fue 11,08 cm. y el peso del fruto fue 61,69 g.

De acuerdo a los diferentes tratamientos aplicados en el cultivo, se establece que el tratamiento 1 (*Pseudomonas*) presenta la mayor utilidad con \$ 500, la relación beneficio-costos fue mayor para el tratamiento con *Pseudomona fluorescens* (1.6), lo que permite considerarlo como una opción viable para ser aplicado a mayor escala en el cultivo de pimiento.

7. Recomendaciones

Según los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda:

Utilizar controladores biológicos para disminuir la contaminación de alimentos y el uso de pesticidas, logrando una disminución en los costos de producción agrícola.

Realizar otras investigaciones, aislando la cepa del hongo *in vitro* y aplicando los tratamientos para verificar sus características antifúngicas.

Estudiar impactos de control biológico sobre el medio ambiente y un control de los productos formulados a base de estos agentes.

8. Bibliografía

- Adhilakshmi, M.; Karthikeyan, M. y Alice, D. (2008). Efecto de la combinación de agentes biológicos y nutrientes minerales para el tratamiento del patógeno del marchitamiento de la alfalfa *Fusarium oxysporum f. sp. medicaginis*. *Fitópata*. 99: 274-281.
- Acebo, Y. (2010). Identificación de aislamientos autóctonos de *Pseudomonas* fluorescentes con actividad antagónica ante *Curvularia spp.* *Revista Protección Vegetal*. 25(3):181-189.
- Alberte, C. (2006). Podredumbre gris, descripción y ciclo biológico en el cultivo de uva. *Moabepe*. Brasil. Recuperado de: http://esa.ipb.pt/~moabepe/classes/noticia/pdf_doencas.php?id=4&lang=es
- Álvarez, T. (2012). Biocontrol de *Brotitys cinérea* a partir de extractos fenólicos de fresa. Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional. Michoacán. México.
- Álvarez, S., Arbelo, O., Pérez, M. y Quezada, G. (2015). *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno? *Revista de protección vegetal*. 30(3). La Habana. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S101027522015000300008
- Akintui, M., Alcántara, H., Alva, Al. y Castillo, H. (2015). *Pseudomonas fluorecens* de suelos agrícolas degradadora del herbicida ácido 2,4 Diclorofenoxiacético *Revista científica de estudiantes*. 32(2), 49. Universidad Nacional de Trujillo.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Recuperado de: http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/?page_id=132
- Bernail, A; Martínez, I; Díaz, M; Herrera, I. y Martínez, B. (2010). Utilización de bacterias antagonistas como alternativa ecológica en el control de patógenos

- fúngicos foliares en tomate bajo cultivo protegido. *Revista del ministerio de educación superior de Cuba*. 34(3): 37-40.
- Benjumeda, D. (2017). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: Mecanismos y aplicaciones. Universidad de Sevilla.
- Cano, M. (2018). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15-31. Recuperado a partir de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/771>
- Clavijo, S. (2014). Búsqueda de resistencia a la pudrición causada por *Fusarium* spp. en *Capsicum*. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en URL: http://www.bdigital.unal.edu.co/47659/1/29673462_Sharon.pdf
- Castro, L., Murillo, M., Uribe, L. y Mata, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costaricense*. 39(3), 21-36. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n03_021.pdf
- Carzola, F. (2015). *Pseudomonas* por los suelos: biocontrol en la rizosfera Tesis doctoral. Departamento de Microbiología de la Universidad de Leiden. Holanda.
- Caviedes, D. (2010). *Aislamiento y selección de Pseudomonas sp., y Bacillus sp., promotoras del crecimiento vegetal en cultivo de uchuva (Physalis peruviana L.) con actividad antagónica frente a Fusarium oxysporum*. Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana.
- Chew, Y., Vega, A., Palomo, M. y Jiménez, F. (2008). Principales enfermedades del chile (*Capsicum annum* L.). Matamoros, México: Instituto Nacional de

- Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Recuperado de: [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2543/Principales enfermedades del chile capsicum annum l.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2543/Principales_enfermedades_del_chile_capsicum_annum_l.pdf?sequence=1)
- Coello, T. (2014). *Manejo de pulgones transmisores de enfermedades virales en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.), en la zona de Vinces* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3123>
- Cobo, R. M. (2012). *Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento (Capsicum annum L) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero* (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito. Quito
- Cruz, Q., Chávez, C., Hernández, M. (2011). Capacidad antagonista de cepas recién aisladas de *Pseudomonas fluorescens* contra tres bacterias fitopatógenas importantes. *Revista científica de biotecnología y agricultura*. 6 (2): 267-272
- Garcés, E. (2011). Consideraciones sobre *Botrytis cinerea*, agente causal de la pudrición de las flores. *Agronomía Colombia*. 9(2), 196-201.
- Guerra, G., Betancourth, A. y Salazar, E. (2011). Antagonismo de *Pseudomonas fluorescens* frente a *Fusarium oxysporum* sp. en arveja *Pisum sativum* L. *Revista Actualidad y Divulgación Científica*. 14(2):33-42.
- Fiallos, H. (2012). Inhibición de *Botrytis cinerea* en rosas a base de extractos alcohólicos y acuosos de hierba mora (*Solanum nigrum*). Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana.
- Fuertes, Y. (2019). *Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.), en el barrio Santa Rosa, cantón Urcuquí* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo.

- Herrera, I. (2015). *Evaluación de recubrimientos y fungicidas naturales para el control postcosecha de Botrytis cinerea en rosas (Rosa sp.) variedad Vendela* (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito
- Hernández, A; Bautista, S; Velázquez Del Valle, M. y Hernández, A. (2007). Uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades postcosecha en frutos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, (25): 66-74.
- Martínez, M. y Moreno, Z. (2008). *Estandarización de una metodología para la evaluación de eficacia de productos para la protección de cultivo (PPC) preventivos para el control de Botrytis sp, en condiciones semicontroladas*. Tesis Microbiologo Industrial. Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.
- Martínez, I. (2015). Efecto de la aplicación de *Pseudomonas fluorescentes* en las propiedades físico-químicas y biológicas de suelo: balance nutricional y estimulación de hormonas.
- Matute, F. (2019). *Control biológico del moho gris (Botrytis cinerea) en cultivos de fresa (Fragaria vesca L.) mediante hongos filamentosos antagonistas* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18147>
- Mitidieri, M. y Polack, A. (2012). *Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento*. Recuperado de <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2024>
- Obreque, M. (2004). *Evaluación de aplicaciones preinfección del fungicida Benomilo y del Biocontrolador Trichoderma harzianum en el control de Fusarium sp. en proteáceas*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Talca, Chile.

- Orieta, G. y Larrea, L. (2011). Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. *Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos*. 62. Costa Rica.
- Pazmiño, N. (2018). Métodos alternativos de fungicidas para control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria vesca*). *INNOVA Research Journal* 3(2), 61-67
- Quinotoa, N. (2015). Evaluación del control de botrytis (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) mediante el uso de trichoderma y emas en la comunidad de misquillí de la parroquia santa rosa, provincia de Tungurahua. Tesis de grado. Ambato. Ecuador.
- Plan Nacional de Desarrollo. (2017). *Ecuador Plan Nacional toda una vida*, (1). Recuperado de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuadorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>
- Padilla, A. (2011). Determinación de dosis y frecuencias de aplicación de fungicidas ecológicos para el control de *Botrytis cinerea* bajo condiciones de campo. Universidad Politécnica del Ejército. Sangolquí. Ecuador.
- Rodrigo, A. (2005). *Control biológico de Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici y fusarium solani en tomates bajo invernaderos*. Facultad de Ciencias agronómicas, Universidad de Chile. Recuperado de: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/montealegre_j/14.html.
- Santoyo, G, Valencia, E, Orozco, M; Peña, J. y Farías, R. (2009). Papel de los sideróforos en la actividad antagónica de *Pseudomonas fluorescens* zumo hacia hongos fitopatógenos. *Terra Latinoamericana*. 28: 53-60.

- Sanz, J; Pratt, L. Y Pérez, M. (2007). Uso de los plaguicidas en la Agroindustria de Costa Rica (en línea). INCAE. Disponible en <http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen708.pdf>
- Sandoval, R., Martínez, R., Hernández, M., Fernández, E., Arvizu, S. Soto, L. (2011). Control biológico y químico contra *Fusarium stilboides* en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en poscosecha. Revista Chapingo. Serie Horticultura, Vol. 17, 161–172. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n2/v17n2a9.pdf>
- Suarez, F. y Moreno, J. (2010). Los microorganismos al servicio de la agricultura: agentes microbianos de control biológico. *Cuadernos de estudios agroalimentarios*, 73-88. Universidad de Almería.
- Soto, F., Tramón, C., Aqueveque, P y Brujin, J. (2018). Microorganismos antagonistas que inhiben el desarrollo de patógenos en post-cosecha de limones (*Citrus limon* L.) Revista Chilena de agricultura y ciencias de los animales. 34(2).
- Suquilanda, M. (2012). Los microorganismos eficientes autóctonos (EMA). Recuperado de: <http://biblioteca.fundargalapagos.org/index.php/agroecologia/viewdownload/3agroecologia/97- los-microorganismos-eficientes-autoctonos-ema>
- Ulloa, L. (2011). Efecto biocontrolador de *pseudomonas fluorescens* sobre dos especies de hongos fitopatógenos del género *Fusarium* sp.
- Velásquez, R., Reveles, L. R. y Reveles, M. (2013). Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. INIFAP (1). Mexico DF.

- Villares, M, Martínez, A, Ochoa, J, Asaquibay, C y Gallegos, P. (2010). Desarrollo de un Programa de Manejo Integrado de Botrytis (*Botrytis cinerea*) en mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*), en Bolívar y Tungurahua. Programa de Fruticultura Zona Centro del INIAP, 15p
- Villa, P., Frías, A. y González, G. (2015). Evaluación de cepas de *Pseudomonas sp* para el control de hongos fitopatógenos que afectan cultivos de interés económico. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. ISSN 0138-6204. Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120688007>>
- Yanes, M. L., Fernández, A., Arias, A. y Altier, N. (2014). Método para evaluar protección contra *Pythium debaryanum* y promoción del crecimiento de alfalfa por *Pseudomonas fluorescentes*. *Agrociencia*, 8(2), 23-31.

9. Anexos



Figura 1. Limpieza del terreno
Avecilla, 2020



Figura 2. Limpieza del área de semillero
Avecilla, 2020



Figura 3. Siembra de semillas de pimienta
Avecillas, 2020



Figura 4. Aplicación de tamo en el semillero
Avecilla, 2020



Figura 5. Cubierto del semillero
Avecilla, 2020



Figura 6. Limpieza del área para sembrar
Avecilla, 2020



Figura 7. Quemada de malezas
Avecilla, 2020



Figura 8. Germinación de semillas
Avecilla, 2020

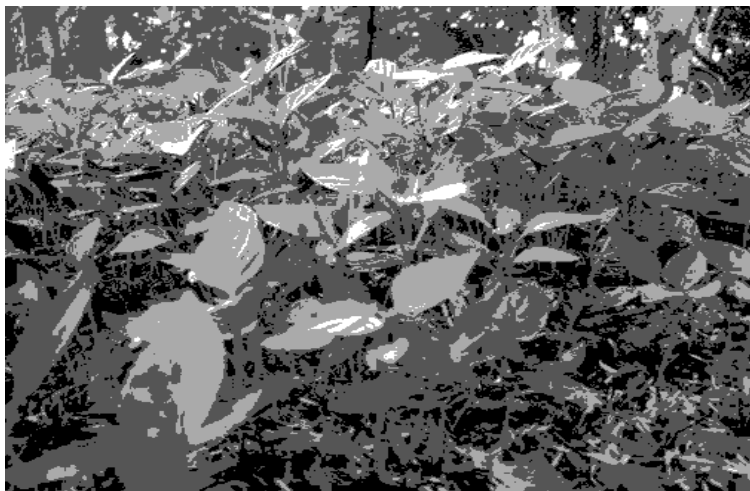


Figura 9. 1 semana después de la germinación
Avecilla, 2020



Figura 10. Arado del terreno
Avecilla, 2020



Figura 11. Trasplante de las plantas de semilla
Avecilla, 2020



Figura 12. Riego de plantas trasplantadas
Avecilla, 2020



Figura 13. Total, de plantas trasplantadas
Avecilla, 2020



Figura 14. Aplicación de enraizador
Avecilla, 2020



Figura 15. Colocación de trampas cromáticas
Avecilla, 2020



Figura 16. Aplicación de algas marinas
Avecilla, 2020



Figura 17. Riego por inundación
Avecilla, 2020



Figura 18. División por parcela
Avecilla, 2020



Figura 19. Aporcado en el cultivo
Avecilla, 2020



Figura 20. Aplicación de químico para mosca blanca y trips
Avecilla, 2020



Figura 21. Aplicación de urea
Avecilla, 2020



Figura 22. Visita del tutor
Avecilla, 2020



Figura 23. Primera toma de datos
Avecilla, 2020



Figura 24. Segunda toma de datos
Avecilla, 2020



Figura 25. Peso de los pimientos
Avecilla, 2020



Figura 26. Aplicación foliar
Avecilla, 2020

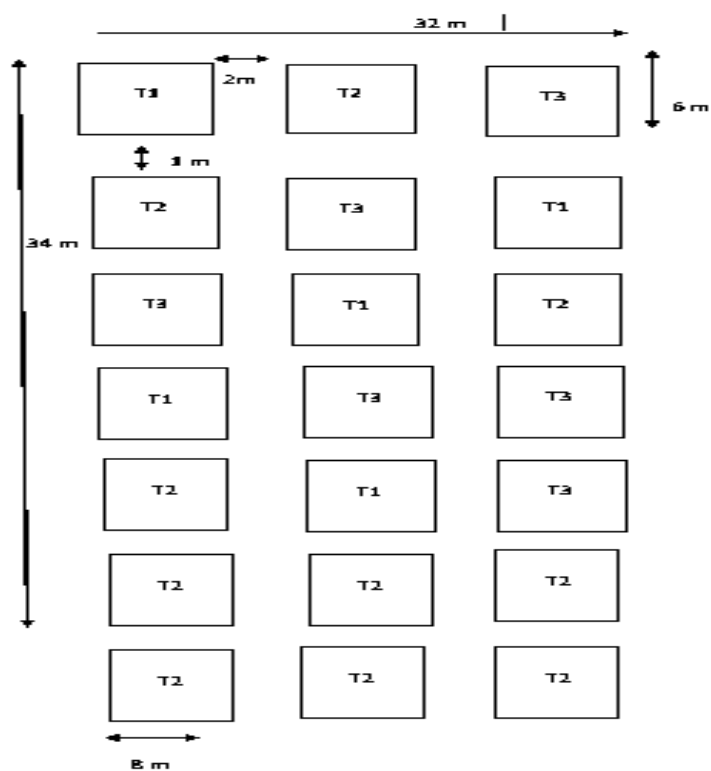


Figura 27. Croquis de campo
Avecilla, 2019

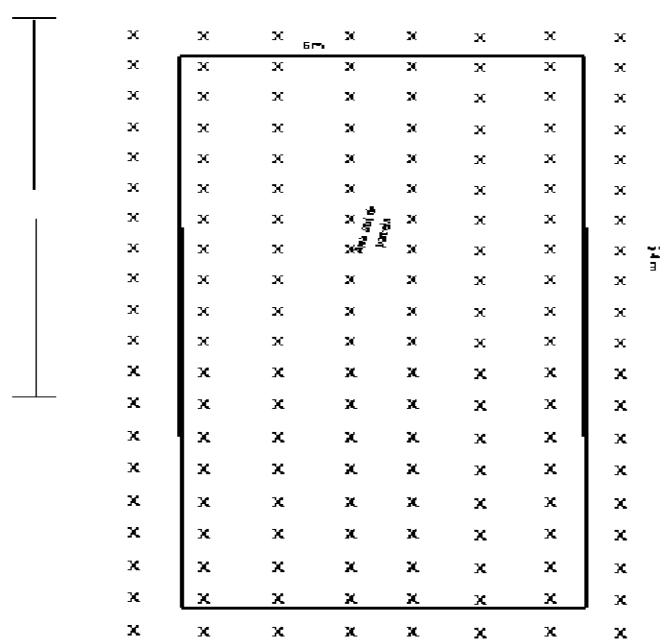


Figura 28. Unidad experimental
Avecilla, 2019

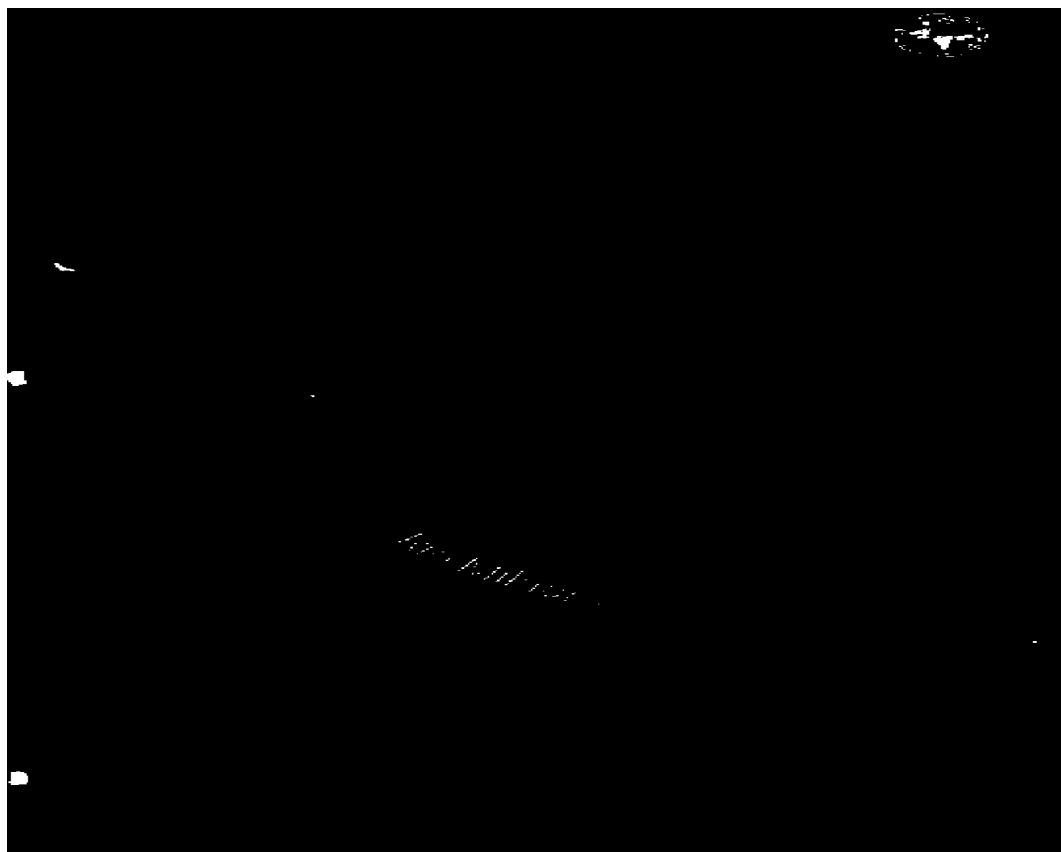


Figura 29. Croquis del lugar del ensayo.
Avecilla, 2019



Figura 30. Fungicida / Inoculante biológico
Avecilla, 2019

9.1 Anexo 1. Análisis de varianza

1A. Datos de incidencia

Tabla 11. Datos de Incidencia (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1: PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	20	30	10
2	10	10	30
3	20	20	10
4	10	40	10
5	10	20	20
6	30	20	20
7	30	10	10
PROMEDIO	18,6	21,4	15,7

Avecilla, 2020

1B. Análisis estadístico de la incidencia

Incidencia (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia (%)	21	0,14	0,00	58,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	238,10	8	29,76	0,25	0,9706
Tratamientos	114,29	2	57,14	0,48	0,6283
Repeticiones	123,81	6	20,63	0,17	0,9787
Error	1419,05	12	118,25		
Total	1657,14	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,50735

Error: 118,2540 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: C. químico	21,43	7	4,11 A
T1: P. fluorescens	18,57	7	4,11 A
T3: Testigo	15,71	7	4,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Incidencia trans

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia trans	21	0,15	0,00	31,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	131,45	8	16,43	0,26	0,9666
Tratamientos	60,08	2	30,04	0,48	0,6294
Repeticiones	71,37	6	11,90	0,19	0,9736
Error	749,04	12	62,42		
Total	880,49	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,26656

Error: 62,4200 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: C. quimico	27,00	7	2,99 A
T1: P. fluorescens	24,97	7	2,99 A
T3: Testigo	22,86	7	2,99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

2A. Datos de altura

Tabla 12. Datos de altura (cm)

TRATAMIENTOS			
REPETICIONES	T1:PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	83,73	53,50	50,73
2	45,00	48,27	49,77
3	47,50	46,23	48,20
4	44,10	48,77	45,40
5	52,47	49,30	44,70
6	46,33	47,70	64,28
7	43,67	47,33	52,47
PROMEDIO	51,83	48,7	50,8

Avecilla, 2020

2B. Análisis estadístico de altura (cm)

Altura planta (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta (cm)	21	0,41	0,01	17,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	636,04	8	79,51	1,03	0,4673
Tratamientos	34,87	2	17,43	0,22	0,8019
Repeticiones	601,17	6	100,20	1,29	0,3311
Error	930,09	12	77,51		
Total	1566,13	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,55455

Error: 77,5074 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: P. fluorescens	51,83	7	3,33 A
T3: Testigo	50,79	7	3,33 A
T2: C. quimico	48,73	7	3,33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3A. Datos de frutos por plantas

Tabla 13. Datos de frutos por plantas

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1: PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	9	6	6
2	12	8	7
3	8	8	7
4	10	10	7
5	6	9	7
6	6	9	9
7	10	9	8
PROMEDIO	9	9	7

Avecilla, 2020

3B. Análisis estadístico de frutos por plantas**Frutos/planta**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Frutos/planta	21	0,40	0,01	19,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,24	8	2,65	1,02	0,4726
Tratamientos	8,00	2	4,00	1,53	0,2555
Repeticiones	13,24	6	2,21	0,84	0,5594
Error	31,33	12	2,61		
Total	52,57	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,30432

Error: 2,6111 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: P. fluorescens	8,71	7	0,61 A
T2: C. quimico	8,43	7	0,61 A
T3: Testigo	7,29	7	0,61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**4A. Datos de frutos de longitud de frutos (cm)****Tabla 14. Datos de longitud de frutos (cm)**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1:PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	10,57	12,13	10,83
2	10,90	10,90	10,47
3	12,47	11,27	8,53
4	10,30	10,70	10,33
5	11,53	11,30	9,67
6	10,87	11,23	10,27
7	10,90	11,03	11,20
PROMEDIO	11,1	11,3	10,2

Avecilla, 2020

4B. Análisis estadístico de longitud del fruto (cm)

Long fruto (cm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Long fruto (cm)	21	0,40	0,01	7,51	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,40	8	0,67	1,02	0,4707
Tratamientos	4,41	2	2,21	3,34	0,0704
Repeticiones	0,98	6	0,16	0,25	0,9511
Error	7,94	12	0,66		
Total	13,33	20			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,15963

Error: 0,6613 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: C. quimico	11,22	7	0,31 A
T1: P. fluorescens	11,08	7	0,31 A
T3: Testigo	10,19	7	0,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

5A. Datos de frutos de diámetro del fruto (cm)**Tabla 15. Datos del diámetro de fruto (cm)**

TRATAMIENTOS			
REPETICIONES	T1:PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	5,87	6,43	6,07
2	6,93	6,73	6,87
3	8,20	6,63	6,17
4	6,73	7,23	7,03
5	7,73	6,57	6,77
6	6,70	6,63	6,73
7	7,00	6,43	7,63
PROMEDIO	7,02	6,7	6,8

Avecilla, 2020

5B. Análisis estadístico de longitud de frutos (cm)**Diam fruto (cm)**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diam fruto (cm)	21	0,40	0,01	8,02	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,43	8	0,30	1,02	0,4711
Tratamientos	0,49	2	0,24	0,82	0,4644
Repeticiones	1,94	6	0,32	1,09	0,4232
Error	3,58	12	0,30		
Total	6,01	20			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77902

Error: 0,2984 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
--------------	--------	---	------

T1: P. fluorescens	7,02	7 0,21 A
T3: Testigo	6,75	7 0,21 A
T2: C. quimico	6,66	7 0,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

6A. Datos del peso del fruto (g)

Tabla 16. Datos del peso del fruto (g)

TRATAMIENTOS			
REPETICIONES	T1:PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	47,13	76,73	58,77
2	65,95	53,03	53,95
3	73,61	62,03	41,57
4	60,95	57,78	67,89
5	71,34	61,48	49,91
6	58,13	57,64	55,94
7	54,71	69,37	67,25
PROMEDIO	61,69	62,6	56,5

Avecilla, 2020

6B. Análisis estadístico del peso del fruto (g)

Peso fruto (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fruto (g)	21	0,16	0,00	17,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	255,67	8	31,96	0,29	0,9573
Tratamientos	152,58	2	76,29	0,69	0,5222
Repeticiones	103,08	6	17,18	0,15	0,9843
Error	1334,28	12	111,19		
Total	1589,95	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,03706

Error: 111,1902 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: C. quimico	62,58	7	3,99 A
T1: P. fluorescens	61,69	7	3,99 A
T3: Testigo	56,47	7	3,99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

7A. Datos del rendimiento (kg/has)

Tabla 17. Datos de rendimiento (kg/has)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1:PSEUDOMONAS	T2: QUIMICO	T3: ABSOLUTO
1	17281,14	19822,08	15672,13
2	32150,88	18560,65	14836,37
3	38246,84	20676,83	12817,52
4	24380,20	24075,19	20367,16
5	17835,14	23055,18	14557,20
6	14532,62	21615,17	20977,67
7	22796,02	26013,96	22416,85
PROMEDIO	20657,08	22201,2	17344,1

Avecilla, 2020

7B. Análisis estadístico del rendimiento (kg/has)**Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	21	0,39	0,00	28,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	283493273,29	8	35436659,16	0,96	0,5064
Tratamientos	156770071,02	2	78385035,51	2,13	0,1620
Repeticiones	126723202,27	6	21120533,71	0,57	0,7451
Error	442381038,61	12	36865086,55		
Total	725874311,89	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8658,39185

Error: 36865086,5505 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: P. fluorescens	23888,96	7	2294,87 A
T2: C. quimico	21974,16	7	2294,87 A
T3: Testigo	17377,84	7	2294,87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 18. Costo de producción de pimiento (T1)

Actividad	Descripción	Cantidad	Costo/ unidad	Costo total
A. Costos Directos				
Preparación del suelo	Arado	1 hora	70	70
semillas de pimiento	semiillas variedad cacique	frasco/2000	60	60
Trasplante	Jornales	4	15	60
Fertilización	Urea - 50kg	3	22,5	67,5
	Abono completo - 50kg	2	23	46
Equipo	Bomba de mochila - 20lt	2	25	50
Control Fitosanitario	new mectin - 1lt	1	25	25
	hexmite 1kg	1	16	16
	ranson - 1kg	1	18	18
	Gramoxone - 1lt	1	4	4
	kremlin 250ml	1	4,5	4,5
	Rugby-1kg	2	9	18
	Pseudomonas 1lt	1	30	30
	Estimufol - 1 kg	1	5	5
Bioestimulantes	algas marinas - 250ml	2	4.00	8.
	Raizol - 1lt	1	11	11
	Control de malezas - Jornal	2	15	30
Labores culturales	Fumigacion - Jornal	2	15	30
	Riego - Jornal	4	15	60
	Fertilizacion - Jornal	3	15	45
	Jornales	5	15	75
B. Gastos Especiales				0
				0
Insumos y materiales	Pirola	3	5	15
Total A+B				740
C. Imprevistos 5%				37
Costo Total				777

Avecilla, 2020

Tabla 19. Costo de producción de pimiento (T2)

Actividad	Descripción	Cantidad	Costo/ unidad	Costo total
A. Costos Directos				
Preparación del suelo	Arado	1 hora	70	70
semillas de pimiento	semiillas variedad cacique	frasco/2000	60	60
Trasplante	Jornales	4	15	60
Fertilización	Urea - 50kg	3	22,5	67,5
	Abono completo - 50kg	2	23	46
Equipo	Bomba de mochila - 20lt	2	25	50
	new mectin - 1lt	1	25	25
	hexmite 1kg	1	16	16
Control	ranson - 1kg	1	18	18
Fitosanitario	Gramoxone - 1lt	1	4	4
	kremlin 250ml	1	4,5	4,5
	Rugby-1kg	2	9	18
	Estimufol - 1 kg	1	5	5
Bioestimulantes	algas marinas - 250ml	2	4.00	8.
	Raizol - 1lt	1	11	11
	Control de malezas - Jornal	2	15	30
Labores culturales	Fumigacion - Jornal	2	15	30
	Riego - Jornal	4	15	60
	Fertilizacion - Jornal	3	15	45
	Jornales	5	15	75
B. Gastos Especiales				0
				0
Insumos y materiales	Piola	3	5	15
Total A+B				710
C. Imprevistos 5%				37
Costo Total				747

Avecilla, 2020

Tabla 20. Costo de producción de pimiento (T3)

Actividad	Descripción	Cantidad	Costo/ unidad	Costo total
A. Costos Directos				
Preparación del suelo	Arado	1 hora	70	70
semillas de pimiento	semiillas variedad cacique	frasco/2000	60	60
Trasplante	Jornales	4	15	60
Labores culturales	Control de malezas - Jornal	2	15	30
	Riego - Jornal	4	15	60
	Fertilizacion - Jornal	3	15	45
	Jornales	5	15	75
B. Gastos Especiales				0
				0
Insumos y materiales	Pirola	3	5	15
Total A+B				415
C. Imprevistos 5%				37
Costo Total				452

Avecilla, 2020