

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de controladores Biológicos: *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en el Centro experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi”.

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

AUTOR: Dennis Xavier Hidalgo Trejo

ASESOR: Dr. Luis Antonio Parra Negrete, PhD.

TULCÁN - ECUADOR

2016

CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Dennis Xavier Hidalgo Trejo con el número de cédula 040179466-4 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: "Evaluación de controladores Biológicos: *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en la hacienda San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de grado del título a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Dr. Luis Antonio Parra Negrete, PhD.

Tulcán, 01 de Noviembre del 2016

AUTORÍA DE TRABAJO.

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Dennis Xavier Hidalgo Trejo con cédula de identidad número 0401794664 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Dennis Hidalgo

Tulcán, 01 de Noviembre del 2016

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE GRADO.

Yo Dennis Xavier Hidalgo Trejo, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 01 de Noviembre del 2016



Dennis Xavier Hidalgo Trejo

CI040179466-4

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a mis padres que siempre estuvieron ahí con su apoyo incondicional y siempre depositaron su confianza en mí.

A mis hermanos y demás familiares por todo su apoyo y siempre darme una motivación para seguir adelante y para alcanzar todas mis metas propuestas.

A la Universidad Politécnica Estatal Del Carchi por haberme permitido formar parte de esta institución, también agradezco al Ing. Ángel Pozo por su aporte para elaboración de esta tesis.

Al Dr. Luis Antonio Parra Negrete, PhD. Asesor de trabajo de titulación y a la Dr. Judith García por sus valiosos conocimientos y su ayuda desinteresada. Los cuales fueron muy importantes y fundamentales para la elaboración de la misma.

A todos los docentes por brindar sus conocimientos al igual que su amistad en todo este periodo universitario.

DEDICATORIA.

Este proyecto está dedicado a mis padres Germán Hidalgo y Sara Trejo por ese apoyo incondicional y por toda esa confianza que me brindan día a día

A Valeria Suarez por estar ahí acompañándome siempre y por brindarme su tiempo, paciencia y sus buenos consejos para lograr terminar este camino.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO	i
AUTORÍA DE TRABAJO	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE GRADO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
INDICE GENERAL	6
RESUMEN EJECUTIVO	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
I. EL PROBLEMA	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Delimitación.....	14
1.4. Justificación.....	14
1.5. Objetivos.....	15
1.5.1. Objetivo General.-.....	15
1.5.2.- Objetivos Específicos.-.....	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes Investigativos.....	16
2.2. Fundamentación Legal.....	18
2.3. Fundamentación Filosófica.....	19
2.4. Fundamentación Científica.....	20
2.4.1. Cultivo De Fresa.....	20
2.4.2. Microorganismos Controladores Biológicos.....	31
2.4.2.3. <i>Bacillus subtilis</i>	36
2.5. Vocabulario Técnico.....	40
2.6. Hipótesis.....	42
2.6.1. Afirmativa.....	42
2.6.2. Nula.....	42
2.7. Variables.....	42
2.7.1. Independiente.....	42
2.7.2. Dependiente.....	42
III. MARCO METODOLÓGICO	43

3.1.	Modalidad de la investigación	43
3.2.	Tipo de investigación.....	43
3.2.1.	Población y muestra de la investigación.	43
3.3.	Análisis estadístico.....	44
3.4.	Operacionalización de variables	46
3.5.	Plan recolección de la información.	48
3.5.1.	Información bibliográfica	48
3.5.2.	Información procedimental.....	48
3.5.3.	Características del ensayo experimental.....	48
3.6.	Variables Evaluadas.....	50
3.6.1.	Incidencia de <i>Botrytis Cinerea</i> en la fase del desarrollo vegetativo de fresa	50
3.6.2.	Incidencia de <i>Botrytis Cinerea</i> en la fase reproductiva de la fresa....	50
3.6.3.	Severidad de <i>Botrytis Cinerea</i> en la fase de desarrollo vegetativo del cultivo de fresa	51
3.6.4.	Severidad de <i>Botrytis Cinerea</i> en la fase reproductiva del cultivo de fresa.	51
3.6.5.	Severidad de daño de <i>Botrytis Cinerea</i> en el fruto a la cosecha.....	51
3.6.6.	Rendimiento de fruto en el cultivo de fresa según la calidad.....	52
3.6.7.	Análisis costo beneficio.....	52
3.7.	Procedimiento.....	52
3.7.1.	Monitoreo de la enfermedad.-.....	52
3.7.2.	Medición del terreno.-	52
3.7.3.	Elaboración y abonado de Camas.-	53
3.7.4.	Instalación del sistema de riego.-	53
3.7.5.	Instalación del mulch.-	53
3.7.6.	Perforación del mulch.-	53
3.7.7.	Trasplante.-	53
3.7.8.	Fertilización foliar.-	54
3.7.9.	Riego.-	54
3.7.10.	Control de Malezas.-	54
3.7.11.	Control de Enfermedades.-	54
3.7.12.	Cosecha.-	55
3.8.	Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.	55

3.8.1. Resultados por variable	55
3.9. Verificación de hipótesis.....	65
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
4.1. Conclusiones.....	66
4.2. Recomendaciones.....	67
V. Bibliografía	68
VI. ANEXOS	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características agroecológicas del centro experimental San Francisco.	14
Cuadro 2. Taxonomía de la fresa variedad Albión	21
Cuadro 3. Valores nutricionales de las fresas	23
Cuadro 4. Plagas del cultivo de fresa.	27
Cuadro 5. Enfermedades del cultivo de fresa.	27
Cuadro 6. Clasificación taxonómica del hongo Trichoderma Harzianum	32
Cuadro 7. Concentración y dosis por hectárea	35
Cuadro 8. Clasificación taxonómica de la bacteria Bacillus subtilis.....	36
Cuadro 9. Dosis y forma de aplicación	39
Cuadro 10. Operacionalización de variables	46
Cuadro 11. Características del diseño experimental.	48
Cuadro 12. Delimitación del ensayo.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantación de frutillas, a doble hilera.....	25
Figura 2. Trasplante correcto.....	26
Figura 3. Muestra de hongo Trichoderma harzianum.	32
Figura 4. Imagen de bacteria Bacillus Subtilis.....	36
Figura 5. Descripción de la parcela neta.	44
Figura 6. Distribución de unidades experimentales	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Incidencia de Botrytis cinerea en la fase reproductiva del cultivo de fresa por aplicación. (%)	56
Tabla 2. Severidad de ataque de Botrytis cinerea en la fase reproductiva del cultivo de fresa por aplicación. (%)	59
Tabla 3. Severidad (%) de ataque de Botrytis cinérea en el fruto a la cosecha de cada tratamiento por cada aplicación.	61
Tabla 4. Rendimiento (Kg/Trat) de fruto de primera y segunda calidad en el cultivo de fresa.....	63
Tabla 5. Análisis económico.....	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Representación grafica de la incidencia de Botrytis cinerea en la fase reproductiva del cultivo de fresa.	58
Ilustración 2. Representación grafica del comportamiento de cada uno de los tratamientos respecto al control de severidad de Botrytis cinerea en la fase reproductiva del cultivo.	60
Ilustración 3. Representación grafica de la severidad (%) de daño causada por Botrytis Cinérea en el fruto en el momento de la cosecha del cultivo de fresa.	62
Ilustración 4. Rendimiento (Kg) de fruto de primera y segunda calidad en el cultivo de fresa.....	64
Ilustración 5. Análisis económico.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto del diseño experimental	72
Anexo 2. Medición del terreno	74
Anexo 3. Elaboración de camas	74
Anexo 4. Instalación del sistema de riego	74
Anexo 5. Acolchado de las camas.....	75
Anexo 6. Perforación del acolchado	75
Anexo 7. Trasplante de plántulas de fresa	75
Anexo 8. Presencias de fruto.....	76
Anexo 9. Presencia de Botrytis cinérea.....	76
Anexo 10. Cosecha y tamaño promedio del fruto cosechado.....	76
Anexo 11. Análisis de suelo	77
Anexo 12. Cronograma de la investigación.....	78

RESUMEN EJECUTIVO.

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, cantón Huaca, la finalidad fue evaluar dos controladores biológicos, *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* frente a un testigo químico en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) realizando un análisis productivo y una comparación económica de los tratamientos.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, empleando la prueba de Tukey al 5% para determinar diferencias estadísticas. Las variables evaluadas fueron: Incidencia de *Botrytis cinerea* en las fase del desarrollo vegetativo y reproductiva de la fresa, Severidad de Botrytis en la fase de desarrollo vegetativo y reproductiva del cultivo de fresa, Severidad de daño de *Botrytis cinerea* en el fruto, Rendimiento (Kg/ha) de fruto de primera, segunda calidad y Análisis costo beneficio.

Luego de realizar el respectivo análisis de varianza se concluye que:

El tratamiento 7 que corresponde al producto químico (Iprodione) demostró ser el más efectivo, neutralizando la incidencia de la acción patogénica del hongo (*Botrytis cinerea*) cuyo porcentaje de incidencia fue de 0,00% a la cuarta aplicación. El tratamiento 3 que corresponde al producto biológico (*Trichoderma harzianum* al 125%) demostró ser el más efectivo, neutralizando por completo la severidad de ataque del hongo patógeno (*Botrytis cinerea*) cuyo porcentaje de severidad fue de 0,00% a la cuarta aplicación.

En la variable rendimiento de fruto en el cultivo de fresa según la calidad no se evidencio diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto todos los tratamientos se encuentran en un porcentaje de producción similar, tanto en frutos de primera y segunda calidad, el Tratamiento 1 *Trichoderma harzianum* al 75% tiene un costo de 816 dólares el cual puede tener mayores ingreso económicos al productor que los otros tratamientos.

ABSTRACT.

The following research was carried out at San Francisco Experimental Center from the Polytechnic State University of Carchi, Huaca Canton. The goal was to evaluate two biological controllers, *Trichoderma Harzianum*, *Bacillus Subtilis* and a chemical witness within the strawberry cultivation (*Fragaria vesca L*) from the Albion Variety, for gray mold control (*Botrytis cinerea*) performing a strawberry production analysis and an economical comparison between the two treatments.

A Randomized Complete Block design with four treatments and four replications was utilized, implementing a 5% Turkey test in order to determine statistical differences. The evaluated variables were the following: *Botrytis cinerea* incidence on the vegetative and reproductive developing state of the strawberry, Botrytis severity in the vegetative and reproductive developing state of the strawberry cultivation, damage severity of *Botrytis cinerea* within the fruit, (Kg/ha) yield of top quality fruit, second quality and a cost-benefit analysis. After carrying out all of the respective variance analysis, it was concluded that:

Treatment 7, corresponding to chemical product (Iprodione) proved to be the most effective one, neutralizing the incidence of the pathogen action from fungus (*Botrytis cinerea*) which incidence percentage was 0.00% to the fourth application. Treatment 3, corresponding to the biological product (*Trichoderma harzianum* at 125%) proved to be the most effective one, completely neutralizing the severity of (*Botrytis cinerea*) pathogen fungus attack, which severity percentage was 0.00% to the fourth application.

In the variable yield of fruit in strawberry cultivation according to the quality, no statistically significant difference was evidenced; therefore all treatments are found in a similar percentage of production, both in fruits of first and second quality.

INTRODUCCIÓN

En la provincia del Carchi al contar con suelos ricos en nutrientes lo convierte en buen candidato para la plantación del cultivo de fresa, que representa una alternativa viable para los agricultores de la zona y a la vez puede contribuir como opción productiva para el mejoramiento de los ingresos económicos. (Pantoja, 2013, pág. 23)

En la presente investigación se realizó un experimento y un análisis de campo donde se utilizaron productos biológicos para el control del hongo *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa, ésta enfermedad puede causar daño en la planta disminuyendo el rendimiento y la calidad en el fruto, así como las características organolépticas de la fresa provocando una baja aceptación por parte del mercado.

En la actualidad la mayoría de los agricultores utilizan fungicidas en concentraciones altas para el control del hongo *Botrytis Cinerea* el cual es muy característico en los cultivos de fresa, la aplicación excesiva de herbicidas, insecticidas y fungicidas ha afectado los suelos e incluso son perjudiciales para la salud del ser humano, por ende estos productos afectan el medio ambiente. (telegrafo, 2013)

Lamentablemente, las consecuencias del uso irracional de agroquímicos se evidencian en la salud de los seres humanos a través de la contaminación, generando como consecuencia la pérdida de trabajo y considerables costos para el tratamiento de la salud, así como reduce sustancialmente la calidad de vida. (Alvarado, Diana e Higuera, Joffre, 2012)

Bajo este contexto la presente investigación tiene como objetivo identificar niveles o rangos de efectividad de los productos biológicos, *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) variedad Albión. Para de esta manera ofrecer opciones que reduzcan o sustituyan el uso de fungicidas de síntesis químico cuyo uso es tan generalizado.

I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Si bien la fresa es un cultivo de reciente adopción en la provincia del Carchi-Ecuador, no obstante ya existen productos que las empresas de agroquímicos recomiendan en exceso para el control de enfermedades. Estos productos químicos en sus etiquetas señalan sus niveles de toxicidad, sin embargo las consecuencias de su uso irracional se evidencian cada vez más en la salud de los seres humanos a través de la contaminación, generando como consecuencia costos altos para el tratamiento de los problemas de salud, así como reducción sustancial de la calidad de vida. (LaHora, 2003)

La *Botrytis Cinerea* es una enfermedad fungosa que consiste en la pudrición del tallo, fruto y ahogamiento de la plántula éste hongo produce una capa fructífera de moho gris sobre los tejidos afectados, ocasionando un bajo porcentaje en la producción y consecuentemente pérdidas económicas.

Su tratamiento extendido en los países en vías de desarrollado por mucho tiempo ha requerido el uso indiscriminado de fungicidas de síntesis química, que tienen efectos adversos para la naturaleza y los seres humanos, no obstante el uso irracional de productos químicos han causado resistencia de la enfermedad a ciertos principios activos. (Infoagro, s.f)

El manejo de plagas fungosas dentro de los cultivos de fresa es muy compleja, en particular cuando existen altos niveles de incidencia y severidad de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) dentro de las plantaciones, es una de las enfermedades que causa mayores pérdidas en la cosecha, postcosecha y elevan los costos de producción para los productores. (Quishpe, 2013)

1.2. Formulación del problema

Los índices de incidencia y severidad de ataque, causado por la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), disminuyen la calidad y la producción de la fresa afectando el porcentaje de ventas en el mercado ya que los frutos con esta enfermedad además de afectar su aspecto físico pierden totalmente sus características organolépticas y por tanto su valor comercial..

1.3. Delimitación

- Campo: Agropecuario
- Área: Agronómica
- Espacial: Provincia del Carchi- Cantón Huaca, Centro experimental San Francisco.
- Temporal: 12 meses.
- Unidad de observación: Ensayo del cultivo de fresas (*Fragaria vesca L*) variedad Albión.

Cuadro 1. Características agroecológicas del centro experimental San Francisco.

Características	Descripción
Altitud	La Hacienda Experimental San Francisco, tiene una altitud aproximada de 2945 msnm.
Clima	La Hacienda Experimental San Francisco cuenta con una temperatura media aproximada anual correspondiente a 12,8°C
Humedad relativa	La humedad relativa en la Hacienda Experimental San Francisco es de aproximadamente de 84%
Precipitación	La Hacienda Experimental San Francisco cuenta con una precipitación media aproximada anual correspondiente a 792 mm.

1.4 Justificación

Con esta investigación se pretende contribuir a las opciones de control de la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) que sean amigables al medio ambiente ayuden a incrementar la producción y calidad de la fresa (*Fragaria vesca*). Aquí se propone un control biológico el cual puede contribuir a incrementar

la superficie cultivada en la provincia del Carchi y en el país, solventando las necesidades del mercado consumidor.

Esta investigación ha sido enmarcada en el enfoque actual de la agricultura que apunta a utilizar productos biológicos y algunos amigables con el medio ambiente y otros métodos del manejo integrado de plagas y enfermedades, mismos que permitan reducir los efectos de contaminación ambiental y producir alimentos de manera más racional y limpia. (Quezada, 2011)

Por esta razón se considera de suma importancia proponer mediante esta investigación un control biológico; para que los agricultores de la zona dispongan de información, conozcan y utilicen estos controladores biológicos *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*.

I.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.-

Evaluar la efectividad biológica de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinérea*) en el cultivo de Fresa (*Fragaria vesca*), variedad Albión.

1.5.2.- Objetivos Específicos.-

- Reconocer los niveles de incidencia y severidad de ataque causado por podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L) variedad Albión.
- Reconocer la efectividad de los controladores biológicos *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, en el control de *Botrytis cinérea*; frente a un tratamiento químico y a un testigo absoluto.
- Analizar el costo beneficio de los tratamientos utilizados para el control de *Botrytis cinérea*.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La investigación denominada “Efecto de dos cepas de *Trichoderma* para el control de *Botrytis cinerea* y la calidad de la fruta de la fresa (*Fragaria* sp.)” fue realizada en Cundinamarca y Boyacá (Colombia) menciona que el moho gris causada por *Botrytis cinerea* es una enfermedad limitante en la fresa y disminuye la calidad y el valor comercial de la fruta. Asimismo el manejo de esta enfermedad se basa en el uso de fungicidas químicos aplicados a los frutos. Por esta razón, el uso de organismos de biocontrol es una alternativa para el control de esta enfermedad, ya que ayudan a reducir los residuos de plaguicidas en el medio ambiente.

Para esta investigación se consideró dos cultivares comerciales de fresa (Camino Real y de la Ventana) y se evaluaron en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lignorum* en dosis comerciales y un tratamiento de control, cada uno con tres repeticiones para un total de doce unidades experimentales, entre la unidad experimental que comprende cinco plantas.

La incidencia de la enfermedad en el tratamiento químico fue de 60% mientras que el *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma lignorum* sólo alcanzaron 33%, lo que indica que el tratamiento químico no tiene un mayor control frente a la enfermedad. En cuanto a la gravedad los tratamientos con *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma lignorum* se redujo significativamente el desarrollo del patógeno en la planta en un 32%.

La masa fresca o pulpa de los frutos mostró diferencias significativas entre *Trichoderma* que obtuvo los frutos más pesados y de color mas rojo. La aplicación de *Trichoderma* sp causó que los frutos sean más firmes en las dos variedades. Esto indica que estas frutas tendrán un mejor manejo y almacenamiento después de la cosecha. (Merchan Gaitan & Ferrucho, 2014)

La investigación denominada “Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de *Botrytis Cinerea* en el cultivo de fresa (*fragaria vesca*)” fue realizada por Ana Quezada en la ciudad de Ambato (Ecuador) la cual tuvo por objetivo presentar una alternativa de control preventivo contra la enfermedad llamada *Botrytis cinérea*, más conocida como la Mancha Gris, dicha afección tiene un impacto muy importante en el cultivo de fresa, debido a que deteriora el fruto a gran escala interfiriendo de manera representativa en la palatabilidad y aspecto de la misma.

El sector donde se llevó a cabo esta investigación se denomina San Joaquín ubicado al suroeste de la ciudad de Cuenca. Generalmente la mayoría de productores del cultivo mencionado se sitúan en este lugar de la ciudad. Los productores en muchos de los casos han formado asociaciones para lograr tener una producción abundante que logre cubrir la demanda, con esto se ha conseguido también mantener unificado el precio en el mercado de la fresa. Con la formación de las asociaciones los controles de calidad también se han tornado más rigurosos por lo que se exige ya un producto en lo posible libre de agroquímicos, si bien es cierto esto no se ha conseguido aun, mas se va obteniendo un importante progreso en la conciencia de los productores.

En esta investigación se probó tres fungicidas biológicos tres etapas. Biobact a base de *Trichoderma*, fungicida con un importante poder preventivo en Mancha Gris de la fresa, fue aplicado en tres etapas de desarrollo de cultivo como: inicio de la floración, flor formada y flor fecundada. Como segunda opción se utilizó Horizonte a base de *Bacillus subtilis* otra alternativa en prevención contra *Botrytis Cinerea* aplicado también en los tres etapas fenológicas del cultivo. Finalmente como tercera opción se trabajó con Best Ultra F, un complejo biológico a base de bacterias benéficas que en simbiosis trabajan para prevenir un amplio espectro de enfermedades entre ellas la *Botrytis Cinerea*.

La autora de esta investigación realizó una comparación en la que evaluó el comportamiento en las mismas tres etapas de desarrollo de la planta con un

agroquímico como el Luxazim (carbendazim). Los tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a las variables: número de flores por planta, peso de los frutos y grados Brix. Es decir que los productos y las épocas en los que fueron aplicados no influyeron de manera importante en estas etapas de la planta. En cuanto a la variable de número de frutos por planta se determinó que el tratamiento con Biobact obtuvo una diferencia significativa en cuanto a producción. En cuanto a la variable Incidencia de *Botrytis Cinerea* se determinó una diferencia significativa en los tratamientos aplicados al inicio de la floración, que presentaron menor presencia de la enfermedad. Por lo que concierne a la evaluación de beneficio-costos se concluyó que el tratamiento con mejor rentabilidad es el Biobact aplicado en estado de flor fecundada, con una utilidad de 1,89. (Quezada Moscoso, 2012)

2.2. Fundamentación Legal

En el TÍTULO II. DERECHOS. Capítulo segundo. Derechos del buen vivir. Sección primera. Agua y alimentación. Art. 13 “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales” (Constitución del Ecuador , 2008).

En el Capítulo tercero, Soberanía alimentaria del Art. 281 de la Constitución declara que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.

Y que para ello, será responsabilidad del Estado de:

- 1.- Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.

2.- Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

Además en el Capítulo II del marco Legal art. 2 de (LOES, 2010) “Ley Orgánica de Educación Superior”: “Para la obtención del título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar un trabajo de titulación orientado a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado”, además la presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en cuanto a trabajos de titulación, graduación titulación e incorporación, capítulo II del Marco legal, Art. 2 que menciona la obligatoriedad de la trabajo de titulación para la obtención del título profesional de tercer nivel, en referencia a los artículos 80 literal e y 144 de la LOES “Ley Orgánica de Educación Superior”.

2.3. Fundamentación Filosófica.

El empleo de plaguicidas de origen biológico se remonta al menos a dos milenios en la antigua China, Egipto, Grecia y la India”. Incluso en Europa y América del Norte se reporta el inicio del empleo de estos plaguicidas de origen biológico (*Trichoderma*) ciento cincuenta años antes de la aparición de los plaguicidas sintéticos. En los últimos veinticinco años la literatura ha reportado cientos de compuestos aislados a partir del metabolismo secundario de las plantas que han mostrado actividad plaguicida, y son una forma de eliminar en gran medida el uso de los tóxicos plaguicidas sintéticos [Kraus, 2002; Regnault-Roger et al., 2005]. (López, 2012)

La corriente filosófica que se utilizó para desarrollar este proyecto de investigación, fue la crítico constructivista, al establecer posibles alternativas de producción para los agricultores y así contribuir al desarrollo agrícola y frutícola, los agricultores dispondrán de una alternativa viable para mejorar los ingresos económicos de sus hogares sin olvidar los beneficios que presta este tipo de producción, al emplear menor cantidad de agroquímicos en relación a otros cultivos tradicionales en la zona; como fin se podrá reducir

los problemas ecológicos que afectan a los recursos naturales, si este manejo se realiza con responsabilidad se asegurará el futuro de las nuevas generaciones al contar con un medio ambiente sano y con recursos naturales disponibles. (Pantoja Caiza, 2013).

2.4. Fundamentación Científica.

2.4.1. Cultivo De Fresa

2.4.1.1. Cultivo de fresa en Ecuador.

En el país se cultivan en zonas que tienen entre 1 300 y 3 600 metros sobre el nivel del mar y con temperaturas que bordean los 15 grados, esto según Jorge Fabara, ex presidente de la Asociación Ecuatoriana de Fruticultores. La mayor producción está concentrada en Pichincha que tiene 400 hectáreas cultivadas. Le sigue Tungurahua con 240 hectáreas y en otras provincias como Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay, la producción supera las 40 hectáreas. Fabara, quien es catedrático de la Universidad Técnica de Ambato, señala que la frutilla es una planta rastrera que se cultiva en todo el mundo, excepto en África y Asia. (El Comercio, 2011)

2.4.1.2. Taxonomía Y Botánica

Lo que se conoce como fruta de fresa es en realidad un falso fruto, producto del engrosamiento del receptáculo floral. Sobre ese falso fruto se encuentran gran cantidad de semillas pequeñas, que son los verdaderos frutos. Este falso fruto no debe estar en contacto con la tierra, por lo que como veremos posteriormente, se emplean cubiertas plásticas con diferentes tipos de sustratos en su interior, para evitar que las fresas se deterioren. (Tovar, 2007).

Cuadro 2. Taxonomía de la fresa variedad Albión

Reino	Vegetal
División	Antófitos o Angiospermas
Clases	Dicotiledóneas
Familia	Rosáceas
Sub-familia	Rosioideas
Tribu	Potentiles
Género	Fragaria
Variedad	Albión
Especie	<i>Fragaria vesca</i> .L.

Fuente: (Tovar, 2007)

2.4.1.3. Morfología Y Fisiología

- **Raíces.-**

El sistema radical es fasciculado que se compone de raíces y raicillas, las primeras presentan cambium vascular y suberoso mientras que las segundas carecen de éste y son de color más claro y tienen un periodo de vida corta de algunos días o semanas en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc., que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicar es muy variable, dependiendo entre otros factores del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. (agrolalibertad, s.f.)

- **Tallo.-**

El tallo es corto y se denomina corona, de esta surgen ramificaciones laterales llamadas estolones que se caracterizan por tener una gran distancia entre los entrenudos. En estos entrenudos aparecen rosetas de hojas y raíces adventicias. A su vez estos estolones también se pueden ramificar y producir nuevos estolones. (Agroes, s.f.)

- **Estolones.-**

Los estolones de la fresa son tallos que salen de la planta madre, como si se tratara de un tallo largo de los que terminan en flor, pero que parece más bien un abanico de hojas que no está abierto. Cuando este abanico toca tierra, echará raíces y se abrirá formando una planta nueva. (Paulín, 2012)

- **Hojas.-**

Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas, su limbo está dividido en tres folíolos pediculados de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración. (agrolalibertad, s.f.)

- **Flores e inflorescencias**

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo aparece una única flor terminal y otras laterales de menor tamaño. (Infoagro, s.f.)

La flor tiene 5-6 pétalos, 20-35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto, comúnmente llamado fresón. (Infoagro, s.f.)

- **Frutos.-**

Los frutos son pequeños aquenios de color rojo oscuro dispuestos sobre el engrosamiento del receptáculo. (Agromática, 2012)

- **Valor nutricional.-**

Las fresas son capaces de combatir la anemia y la deficiencia nutricional, así como prevenir las infecciones en el organismo. Las fresas contienen

azúcares que son totalmente toleradas por los diabéticos, por lo que ésto no resulta ciertamente un inconveniente para las personas diabéticas que deseen incorporarla a su dieta. (Pérez, 2010)

Posee ácido salicílico, por lo que es ideal para personas que tienen un exceso del ácido úrico, dado que las fresas actúan como desintoxicante, resultando conveniente en casos de gota, trastornos reumáticos, etc. (Pérez, 2010)

Cuadro 3. Valores nutricionales de las fresas

Unos 200 gramos de fresas aportan:
Un total de 66 calorías.
207% de vitamina C.
17% de hierro.
7% de vitamina B6.
15% de ácido fólico
8% de manganeso.
Fuente: (Pérez, 2010)

2.4.1.4. Suelos Y Clima

- **Suelo.-**

Como la planta de fresa tiene un sistema radical que en un 80% ó más se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos para el cultivo de fresa no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje. Los suelos volcánicos con buen contenido de materia orgánica, típicos de las partes altas del Valle Andino, se comportan en buena forma para este cultivo. El pH debe estar entre 5,5 a 6,5 y el suelo debe tener buena fertilidad. (angelfire, s.f)

- **Agua.-**

La frutilla necesita gran disponibilidad de humedad en verano, en época de producción son indispensables los riegos diarios que pueden variar según clima y suelo. En 1 ha de riego se utilizan 40 m³ de agua utilizando cintas con goteros incorporados a una distancia de 20 cm entre goteros. El agua debe ser libre de sales (con una conductividad eléctrica (CE) inferior a 0,8 dS/m), para permitir una alta producción y evitar problemas con sodio, calcio,

boro o cloruros que pueden producir graves daños en el desarrollo del cultivo. (Schuldes, 2013)

- **Temperatura.-**

La fresa no encuentra problemas de adaptación con respecto a la temperatura. A la hora de engrosar sus frutos y mejorar sus características organolépticas, los valores óptimos de temperatura se sitúan entre los 15-20 °C. (Agromática, 2012)

2.4.1.5. Prácticas Culturales

- **Desinfección del suelo.-**

Desde el punto de vista biológico, el suelo puede presentar peligrosidad para el cultivo por la presencia de hongos patógenos, nematodos parásitos, ácaros, insectos y malas hierbas. Es por ello que se hace necesaria la técnica de desinfección del suelo antes de la plantación del fresal, ésta consiste en la aplicación directa al suelo de un agente biocida de naturaleza física o química, con el que se eliminan total o parcialmente los agentes negativos antes mencionados. (infoagro, s.f.)

- **Elaboración de camas.-**

Se puede emplear azadones y rastrillos para la elaboración de las camas o platabandas, o bien con maquinaria especializada que hace las platabandas coloca la cinta de riego y el plástico o "mulch" con un rendimiento de 3 a 4 has al día. Las dimensiones recomendables son: 30- 35 cm de alto, 60 cm ancho y 50 cm de pasillo o camino. Se aconseja elaborar platabandas altas para que el suelo se caliente por asoleamiento, haya mayor circulación de aire entre el follaje y mejor drenaje del suelo, posteriormente de la elaboración se coloca la cinta de riego, lo recomendable es colocar dos líneas en cada platabanda. (Pantoja, 2013)

- **Cobertura del suelo o acolchado.-**

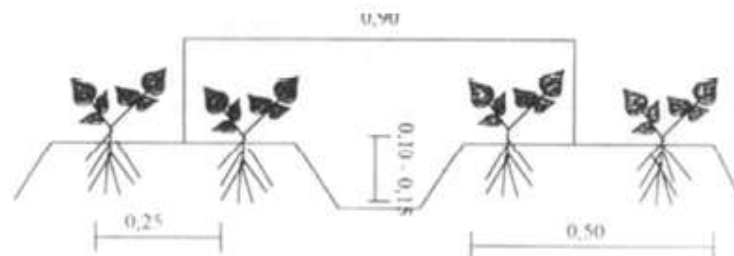
Consiste en extender sobre el suelo un material plástico, generalmente polietileno, de forma que la planta va alojada en oquedades realizadas sobre dichas láminas. La impermeabilidad del material evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua. El sistema contribuye a incrementar la precocidad de la cosecha y la temperatura media de la zona donde se sitúan las raíces de la planta. En caso de tratarse de plásticos negros, como son los habitualmente usados en Huelva, el acolchado evita el desarrollo de malas hierbas por la barrera que suponen a la radiación luminosa, pero su influencia sobre la precocidad y rendimiento es escasa. (Infoagro, s.f.)

2.4.1.6. Densidad y Siembra

- **Densidad.-**

La densidad de plantación es variable, de acuerdo a la fecha de plantación y a la variedad. La distancia entre las hileras siempre es 30 cm. Sobre las hileras las plantas van en “quincunce o tresbolillo” (zigzag) o sea alternadas, no frente a frente, para permitir un mejor desarrollo radical, una menor competencia de las plantas por luz y nutrientes y mejor ventilación. La distancia sobre hilera va de 25 a 30 cm según la variedad. La densidad por hectárea varía entre 55.000 y 65.000 plantas en platabandas de doble hilera en sistema de “tresbolillo o quincunce”. (Schuldes, 2013)

Figura 1. Plantación de frutillas, a doble hilera



- **Trasplante.-**

Cuando se tiene las plantas de los viveros, se las trasplanta mediante dos métodos de siembra: a raíz desnuda o con pequeños panes de tierra; se los

coloca en los orificios de la cubierta plástica, de tal forma que queden cubiertas hasta el cuello de la raíz, cuando la corona queda suelta o muy superficial, las primeras hojas se presentan encrespadas y amarillas, síntomas que pueden ser confundidos por ataques de virus. (Chiriboga, 2005)

Para el trasplante, la planta deberá quedar con su corona enterrada hasta la mitad de la misma.

Figura 2. Trasplante correcto



2.4.1.7. Fertilización.

- **Fertilización base.-**

La fertilización de fondo se la realiza antes del trasplante para corregir posibles deficiencias, en base a los resultados específicos del análisis químico de suelo, con el objetivo de corregir principalmente deficiencias de fósforo y potasio. No se recomienda realizar aplicaciones de nitrógeno de fondo (muy inestable en suelo), estas serán aportadas en el programa de fertilización de establecimiento y producción. (Llahuen, 2010)

- **Fertilización foliar**

Cuando las plantas tengan 2 a 3 hojas formadas, con sus folíolos bien expandidos, se puede aplicar aminoácidos, en horas de bajas temperaturas. Repetir cada 10 días por al menos 4 veces y luego continuar con el programa de fertilización a través del riego. (Llahuen, 2010).

2.4.1.8. Plagas y enfermedades

Respecto a las plagas y enfermedades que afectan a la fresa, sólo se mencionarán las que causan daños importantes en las plantaciones del país.

Cuadro 4. Plagas del cultivo de fresa.

PLAGAS	DAÑO	CONTROL
Arañita roja (<i>Etranychus sp</i>)	Destruyen el tejido verde, viven principalmente en el envés de las hojas.	Abamectina.
Pulgones (<i>Mizus persicae</i> y <i>Aphis sp</i>)	Provocan amarillamiento de hojas, transmiten virus.	Metamidophos, Dimetoato, Garlic.
Gusano de tierra (<i>Agrotis sp</i> y <i>Feltia sp.</i>)	Cortan hojas y estolones de tallo.	Cebos tóxicos(carbaryl+melaza+afrecho)
Gusano Blanco o (<i>Sacho Bothynus sp</i>)	Se alimenta de las raíces debilitando a la planta o provocando su mortandad.	Cebos tóxicos.
Babosas y Caracoles (<i>Agriolimax lavéis</i> , <i>Helix sp.</i>)	Se alimentan de los frutos, haciendo orificios provocando su putrefacción	Cebos tóxicos.

Cuadro 5. Enfermedades del cultivo de fresa.

ENFERMEDADES	DAÑO	CONTROL
Mancha de la hoja (<i>Mycosphaerella fragariae</i>)	Provoca la presencia de manchas pequeñas redondas de color rojizo a púrpura pudiendo causar destrucción de hojas.	Eliminando las hojas atacadas y/o realizar aplicaciones preventivas base de Mancozeb, Agrilife.
Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	Los frutos en contacto con el suelo son infectados, mientras que frutos maduros por efecto de la enfermedad se secan y quedan momificados.	Aplicando funguicidas a base de Zineb. Benomil tan pronto como los botones florales sean visibles
Oídium (<i>Spheroteca macularis</i>)	El borde de las hojas se enrolla hacia arriba del borde, provocan deformación de frutos.	Azufre micronizado
Podredumbre negra de la raíz (<i>Phytophthora sp</i> <i>Rizoctonia sp</i>)	Las raíces presentan manchas o lesiones ovaladas de color marrón.	Usando plantas sanas, tratando el material a propagar con Thiran y/o Agrilife.

Fuente. (Tovar, 2007)

- **Enfermedades no infecciosas**

Proexant, 2002, manifiesta que enfermedades no infecciosas son aquellas en las que no hay un organismo patógeno como causal y pueden deberse a factores fisiológicos, físicos o genéticos. Dentro de ellas podemos mencionar: cara de gato o deformidad del fruto; daño por heladas que afecta a flores y frutos; deformidad en el fruto que se debe a características varietales acentuadas por condiciones climáticas adversas, durante los periodos secos; fruta deformada por daño de herbicidas (2-4D), deficiencias de micro elementos, exceso de Nitrógeno, ataque de hongos o insectos que dañan físicamente a la flor, no permitiendo su normal fecundación. (Cargua, 2013)

2.4.1.9. Control de malezas

El control de malezas se lo realiza de dos maneras: la primera es de forma manual cortando las malezas que crecen en los caminos de los acolchados del cultivo; el segundo tratamiento es el aplicar en los caminos herbicidas de amplio espectro, como Glifosato. (Proexant, 1993)

2.4.1.10. Deficiencias Nutricionales

- **Nitrógeno.-**

Su deficiencia se nota en un retardo en el crecimiento, color amarillo o pálido en las hojas y una tonalidad rosada en el pecíolo. Por el contrario un exceso de este elemento se va a manifestar en un retardo de la inducción floral, puede ocasionar malformación en los frutos y aumento de los grados Brix de los mismos. (Bayer, 2009)

- **Fósforo.-**

La deficiencia de este elemento disminuye la consistencia de los frutos y su producción, se manifiesta en las hojas mediante una coloración rojiza, reduce el tamaño de los estolones y lo más grave es que los frutos se presentan pequeños y se retarda su maduración alterando sus propiedades organolépticas especialmente haciendo los frutos más ácidos. (Bayer, 2009)

- **Potasio.-**

Es tal vez el elemento más importante ya que su presencia actúa en el cuajamiento y crecimiento del fruto, es un elemento fundamental en la formación de glúcidos. El nivel óptimo de este elemento contrarresta los efectos negativos de las bajas temperaturas, tiene una alta participación en una buena floración y mejora las propiedades organolépticas de los frutos. (Bayer, 2009)

- **Calcio.-**

Es un elemento muy importante ya que hace parte de la pared celular, regula la actividad enzimática actuando como neutralizante de los ácidos orgánicos controlando los problemas de toxicidad. La relación de este elemento con el magnesio debe ser de 3:1, su deficiencia puede causar el rajado de los frutos y su exceso se manifiesta en clorosis en las hojas y puede bloquear la absorción del hierro. (Bayer, 2009)

- **Azufre.-**

Los síntomas de deficiencia de azufre aparecen como clorosis en hojas jóvenes (color verde pálido a amarillo). Las plantas deficientes son más pequeñas y su crecimiento es lento. (fertilizer, s.f.)

- **Boro.-**

Las deficiencias serias de Boro impiden el crecimiento de brotes, inicialmente existe un cambio de pigmentación en hojas jóvenes y se acumulan pigmentos púrpuras alrededor de los márgenes, provocando finalmente una clorosis. Los amarillamientos pueden extenderse por el margen; internervalmente y sobre el borde entero Los brotes terminales pueden morir y perder la dominancia apical así como reducir la lignificación de la madera y provocar el vuelco de los mismos. (fagro, s.f.)

- **Zinc.-**

Las deficiencias se manifiestan en una reducción en el tamaño de hojas y acorta los entrenudos quizás por su estrecha relación con la síntesis de auxinas, hormona que influye esta función celular.(fagro, s.f.)

- **Cobre.-**

La deficiencia de Cobre afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas desde jóvenes. Los síntomas aparecen primero en los brotes apicales (zonas meristemáticas) y se expanden a hojas, las que se observan fundamentalmente recurvadas en los márgenes.(fagro, s.f.)

- **Hierro.-**

En estados tempranos de desarrollo, la deficiencia de hierro aparece en áreas internervales de hojas en expansión, tornándose amarillentas. A medida que la deficiencia continúa el follaje joven se presenta totalmente amarillo y el color verde “clásico” solo se visualiza en las nervaduras (síntoma más común). (fagro, s.f.)

2.4.1.11. Variedades cultivadas en el país.

Oso grande, diamante, monterrey y albión son las variedades de frutillas o fresas que más se cultivan en el Ecuador. Su textura y pesos son similares, diferenciándose por su tamaño. En Ecuador se cultivan en zonas que tienen entre 1 300 y 3 600 metros sobre el nivel del mar y con temperaturas promedio que oscilan alrededor de los 15 grados.

- **Oso Grande.-**

Variedad californiana, cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado, no obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. Son de color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro. En zonas cálidas bajo protección de plástico, se recomienda trasplantar con plantas producidas en viveros de altitud durante octubre para la producción a finales de invierno. En zonas de

invierno frío, el trasplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente a principios de primavera. Se aconseja una densidad de plantación de 6-7 plantas/m², colocadas en caballones cubiertos de plástico, con riego localizado y líneas pareadas.

- **Diamante.-**

Se caracteriza por su gran calidad de fruto, excelente sabor y tamaño de fruto (entre 30-31 gramos por fruto). La forma de la planta es más compacta, produce menos cantidad de fruta pequeña y por tanto el porcentaje de desecho es menor que en Selva. El color interno del fruto es más claro que otras variedades de día neutro, por lo tanto no es tan indicado para el procesado como lo es para el mercado fresco. (Revista_EIAgro, 2012)

- **Monterey.-**

Es similar a San Andrés y a variedad Albión, sus principales diferencias son el sabor y el vigor de la planta, el sabor es muy dulce, entendiendo dulzura por la falta de acidez. (Revista_EIAgro, 2012)

- **Albión.-**

Es la de mejor tamaño, rústica, de hojas gruesas, fruto de color rojo fuerte, grande, cónico, resistente al manipuleo, susceptible al ataque de *Phytophthora*, *Verticillium*, *Colletotrichum* y a bacterias especialmente *Xanthomonas sp.*, variedad con buena producción y muy susceptible al ataque de ácaros, se debe sembrar a 40-45 cm entre plantas con una Producción promedio de 3 a 4 libras por planta en los 18 meses. (A., 2009)

2.4.2. Microorganismos Controladores Biológicos

2.4.2.1. *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum es un hongo que también es usado como fungicida. Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Algunos productos comerciales fabricados con este hongo han sido efectivos en el

control de *Botrytis*, *Fusarium* y *Penicillium* sp. También se utiliza para la fabricación de enzimas. (wikipedia, s.f.)

Figura 3. Muestra de hongo *Trichoderma harzianum*.



Fuente: (Alvarado, 2012)

- **Origen**

Este hongo fue descrito por primera vez hace 200 años por los micólogos como un gasteromiceto y solo un siglo después se realizó el análisis de su estructura y características para ser clasificado como género entre los hongos filamentosos, con propiedades y actividades biológicas cada vez más usadas en la agricultura actual. Su habilidad como antagonista solo fue descubierta hace 50 años y gran cantidad de artículos técnicos se han escrito describiendo sus bondades en el manejo biológico de los cultivos agrícolas. (Sosa, 2009).

- **Clasificación Taxonómica.-**

Cuadro 6. Clasificación taxonómica del hongo *Trichoderma Harzianum*

Reino:	Fungi
División:	Ascomycota
Subdivisión:	Pezizomycotina
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	<i>Hypocreaceae</i>
Género:	<i>Trichoderma</i>
Especie:	<i>T. harzianum</i> Rifai, (1969)

Fuente. (wikipedia, s.f.)

- **Ciclo Biológico.-**

Este organismo puede crecer al igual que se ramifica desarrollando hifas de 5 a 10 um de diámetro. Su reproducción es asexual que ocurre en conidios unicelulares de 3 a 5 um de diámetro dando una coloración verdosa. Así como también se forman clamidiosporas unicelulares y estas pueden fusionarse entre dos o más.

- **Mecanismo de acción.-**

El micoparasitismo se considera como un atributo de todas las especies de *Trichoderma spp* y es el mejor mecanismo de control biológico de distintas enfermedades fungosas ya que segrega la enzima tricondermina que resulta muy efectiva para su control. (INIAP, s.f.)

Trichoderma, interviene en una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas. El mecanismo de “competencia” que posee *Trichoderma* se considera esencial para la prevención de enfermedades, pues la zona colonizada no podrá ser ocupada por ningún patógeno. (INIAP, s.f.)

- **Beneficios de *Trichoderma harzianum*.-**

Se conocen muchas funciones beneficiosas que realiza este hongo en la agricultura, especialmente en el campo de la sanidad vegetal. A modo de resumen se han demostrado las siguientes:

- Ofrece un control eficaz de enfermedades de plantas.
- Posee un amplio rango de acción.
- Elevada propagación en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero en el tiempo sobre hongos fitopatógenos.
- Ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.
- Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.

- Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida.
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos.
- No necesita plazo de seguridad para recolección de la cosecha.
- Preservación del medio ambiente al disminuir el uso de funguicidas.
- Economía en los costos de producción de cultivos.
- Ataca patógenos de la raíz (*Pythium sp*, *Fusarium sp*, *Rhizoctonia sp*) y del follaje (*Botritis cinerea* y *Mildew sp*) antes que puedan ser los detectados y evita el ataque de *Phytophthora infesta*.
- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje.
- Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes.
- Mejora la nutrición y la absorción de agua.
- Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos.
- No se ha registrado ningún efecto fitotóxico.
- Moviliza nutrientes en el suelo para las plantas.
- Actúa como biodegradante de agrotóxicos.
- Se puede emplear en sustratos de organopónicos y zeopónicos.
- Protege las semillas agrícolas y botánicas de fitopatógenos.
- Es compatible con Micorrizas, Azotobacter y otros biofertilizantes.
- También es compatible con bio agentes controladores de plagas y enfermedades. (Agroweed, 2012).

2.4.2.2. Nombre comercial de *Trichoderma harzianum*

- **TRICHOEB 5WP**

Trichoeb 5wp es un producto biológico el cual contiene conidias del hongo *Trichoderma spp*, actuando como bio-regulador y antagonista de fitopatógenos. Su acción está determinada por la competencia, por nutrientes y espacio, parasitismo y antibiosis, protegiendo el área radicular,

también ayuda en la absorción de micronutrientes estimulando el crecimiento de la planta y además ayuda a activar los mecanismos naturales de defensa de la planta. (Pantoja, 2013)

Cuadro 7. Concentración y dosis por hectárea

Concentración Total	5x10 ¹¹ UFC.
Dosis recomendada	250 gramos por hectárea.
Concentración Total	5x10 ¹¹ UFC.

Ejerce una acción fungicida contra fitopatógenos como: *Pythium*, *Fusarium spp*, *Rhizotocnia solani*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Botrytis*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Verticilium*, Sigatoka en banano, su ingrediente activo es Conidias de *Trichoderma spp* con una composición final de microorganismos en latencia en presentación sólida o líquida, su aspecto es sólido y de color blanco y soluble en agua con una concentración de 2 x 10⁹ UFC (Contenido del producto 250 gramos).

Su conservación se debe realizar en refrigeración a 4 a 10°C, o en lugar fresco o seco y se recomienda mantener fuera del alcance de los niños, no comer, beber o fumar.

- **Recomendaciones de uso.-**

Al ser un hongo de suelo se recomienda que las aplicaciones deban realizarse al suelo para mejores resultados. Se puede usar el sistema de goteo con aplicaciones foliares en el haz y envés de la hoja, (uso de adherente) Se aplica en forma de Drench.

- **Compatibilidad.-**

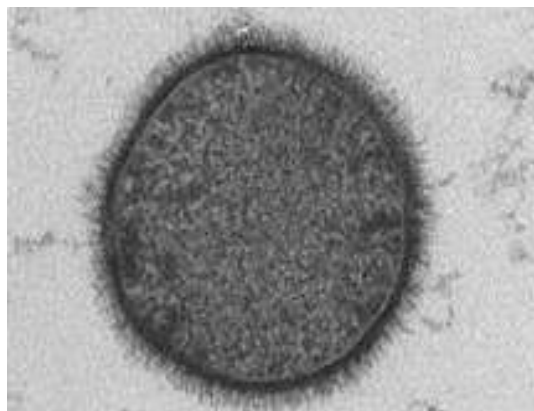
Compatible con la gran mayoría de fungicidas químicos, excepto con los del grupo de los Bencimidazoles (Benomil, Thiabendazol, Carbendazin, Metiltiofanato); Imidazoles (Procloraz, Imazalil). Para mejores resultados se recomienda no mezclar con plaguicidas químicos, es compatible con otros agentes biológicos y fertilizantes, con herbicidas, insecticidas químicos,

fertilizantes de reacción acida e insecticidas biológicos cuya formulación sea a base de hongos, no es compatible con fungicidas. (CHICO, 2012)

2.4.2.3. *Bacillus subtilis*

Es una bacteria Gram positiva, Catalasa-positiva, aerobio comúnmente encontrada en el suelo. Miembro del Género *Bacillus*, *B. subtilis* tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiéndole tolerar condiciones ambientalmente extremas. (Wikipedia, s.f.)

Figura 4. Imagen de bacteria *Bacillus Subtilis*



- **Clasificación Taxonómica**

Miembro del Género *Bacillus*, *B. subtilis* tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar distintas condiciones ambientales. (Blogspot, s.f.)

Cuadro 8. Clasificación taxonómica de la bacteria *Bacillus subtilis*

Reino:	Bacteria
Filo:	Firmicutes
Clase:	Bacilli
Orden:	Bacillales
Familia:	Bacillaceae
Género:	Bacillus
Especie:	B. subtilis

Fuente: (Blogspot, s.f.)

- **Características de *Bacillus Subtilis*.-**

Son bacterias Gram positivas, familia bacillaceae.

Aerobio y anaerobio facultativo.

Esporulado: las esporas son centrales, forma elipsoide y al formarse en el interior de la célula dan lugar al hinchamiento de esta.

Crece entre los 10 - 48°, la temperatura óptima es entre 28 - 35°.

Generalmente son móviles con flagelos peritricos.

Poseen antígenos somáticos flagelares y de esporas.

Las reacciones serológicas no se usan en su identificación, ya que dan reacciones cruzadas con otros géneros.

Los antígenos de las esporas son termo resistentes al igual que las propias esporas.

pH = 4,9 - 9,3. (Blogspot, s.f.)

- **Ciclo biológico.-**

El ciclo vital completo de una bacteria formadora de esporas incluye la multiplicación de la célula vegetativa mediante fisión binaria, esporulación y transformación de la espora en célula. La transformación de la espora en célula vegetativa se denomina muchas veces germinación aun que la germinación es, de hecho, un solo paso del proceso de transformación. La transición de espora bacteriana latente a la forma vegetativa completamente activa puede dividirse entre fenómenos secuenciales: activación, germinación y célula emergente. (Fernando)

- **Mecanismo de Acción**

- **Competencia.-**

Este mecanismo consiste en el uso de un requerimiento en común por dos especies, con la diferencia que uno de ellos hace mayor uso de este que el

otro, limitando la cantidad de requerimiento disponible y generando un evento desigual.

- **Competencia por nutrimentos.-**

La competencia más común es por nutrimentos esenciales para el desarrollo de las funciones microbianas vitales; reproducción, nutrición, respiración y/o metabolismo, de esta manera se delimita la colonización de otras especies patógenas.

- **Competencia por espacio.-**

El desarrollo de un microorganismo sobre determinada área, inhibe de cierto modo la invasión de otros.

- **Interacción directa con el patógeno.-**

Se destacan dos tipos de interacción directa entre los antagonistas y los patógenos el parasitismo. (Bogotá, 2011)

- **Beneficios de *Bacillus Subtilis***

- Inhibe e invade el crecimiento de la germinación de esporas
- Provee una barrera física para que los patógenos no se establezcan sobre la superficie de los tejidos
- Actúa como bioestimulante del crecimiento radicular
- Promueve la secreción de fitohormonas
- Mejora la asimilación de agua y nutrientes
- Induce a la planta a producir fitoalexinas, proporcionándole resistencia a las plantas al ataque de hongos y bacterias
- Disminuir los efectos de hongos fitopatógenos

2.4.2.4. Nombre comercial de *Bacillus subtilis*

- **Companion 2-3-2.**

Es un biofungicida líquido formado a base de *Bacillus subtilis* (cepa GBO3) + N-P-K (2-3-2) muy resistente a condiciones ambientales extremas. Las esporas de esta bacteria gram-positiva de exponencial multiplicación se

encuentran latentes en un medio nutritivo de azúcares líquidos exclusivamente formulado a base de cadenas de carbono simples y complejas, estas esporas se activan mediante el contacto con el agua e inician la colonización masiva de las raíces, actúa como biocontrolador de hongos tales como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y otros patógenos nativos del suelo. (Pantoja, 2013)

Cuadro 9. Dosis y forma de aplicación

Dosis General:	0.5 a 1 L/ha
Aplicación:	Suelo o foliar

Fuente: (Pantoja, 2013)

- **Modo De Acción.-**

Los lipopéptidos presentes en la formulación actúan sinérgicamente y destruyen las paredes celulares de los patógenos, ocasionando su muerte, inhiben la formación del tubo germinativo, evitando su colonización y previenen la germinación de esporas, evitando su proliferación. (Ecocampo, s.f.)

- **Modo de Empleo.-**

Se debe diluir en agua y aplicarlo al suelo, por riego o en drench, en círculo o semicírculo alrededor de la raíz.

En la siembra o en el trasplante se debe realizar inmersión o aspersión a la raíz a una dosis de 5cc/L de agua.

- **Compatibilidad.-**

Bacillus subtilis es compatible con todos los plaguicidas, fertilizantes foliares y bioestimulantes. Sin embargo, se recomienda realizar una prueba previa de compatibilidad, no use bactericidas al suelo durante los cuatro días anteriores o posteriores a la aplicación de *Bacillus subtilis* en cualquier mezcla debe probarse previamente su compatibilidad. (Ecocampo, s.f.)

2.5. Vocabulario Técnico

Adaptabilidad.- El proceso mediante el cual un organismo se adapta al ambiente donde vive, se ajusta al ambiente que lo rodea.

Aquenio.- Fruto seco que contiene una sola semilla que no está soldada a su envoltura externa.

Bráctea.- Hoja situada en la cercanía de la flor, distinta de las hojas normales.

Cáliz.- Verticilo externo de las flores que tienen dos envueltas (cáliz corola). Las piezas que forman el cáliz suelen ser verdes o membranáceas (sépalos).

Corola.- Conjunto de pétalos de una flor.

Corona.- Es el tallo de la frutilla, que tiene una forma de roseta comprimida de 1 a 3 cm de largo y está cubierta externamente por hojas basales superpuestas llamadas estípulas.

Densidad de siembra.- Número de plantas por hectárea o por unidad de superficie.

Estambre.- Cada uno de los órganos que forman la parte masculina de la flor; son los que llevan los sacos polínicos y en su interior los granos de polen. Generalmente constan de un filamento y una antera (donde se aloja el polen).

Estaminada.- Flores masculinas o flores macho. Son flores que tienen estambres funcionales, capaces de producir polen, pero no tienen ovario, o tienen un ovario que no es fértil.

Estolón.- Brote lateral que nace de la base de los tallos o de los rizomas, generalmente largo y delgado, capaz de formar raíces y una nueva planta.

Fase de floración.- Cuando se observan de 3 a 5 flores abiertas.

Fase de fructificación.- Cuando los frutos verdes inician su desarrollo.

Fase de reproducción vegetativa.- Cuando existen temperaturas altas, la planta crece por emisión de estolones.

Foliolo.- Segmento de una hoja compuesta.

Frutilla de día neutro.- Son las que inician la floración independientemente del largo del día.

Herbicida.- Sustancia capaz de destruir toda clase de plantas. En agricultura se usa para suprimir o controlar a plantas conocidas como maleza o malas hierbas, que compiten con las plantas de cultivo.

Hermafrodita.- Flor que posee androceo y gineceo; bisexual.

Híbrido: Individuo obtenido mediante el cruzamiento de dos especies diferentes (híbridos interespecíficos) o dos géneros diferentes (híbridos intergenéricos).

Hoja compuesta.- Aquellas hojas en las que el limbo está dividido en fragmentos que llegan al nervio principal, a cada una de estas partes, que son como hojas, se les llama foliolos.

Hojas trifoliadas.- Presentan además un pecíolo y un raquis.

Inflorescencia.- Sistema de ramificaciones que termina en flores.

Inicio de la fase de reposo.- Ocurre una polinización progresiva, la cual comienza con la iniciación floral.

Insecticida.- Sustancia empleada para matar insectos.

Meristemo/a.- Tejido cuyas células se pueden dividir por mitosis.

Pedúnculo.-Eje que sostiene una flor solitaria o una inflorescencia.

Polinización entomófila.- Polinización efectuada por insectos.

2.6. Hipótesis.

2.6.1. Afirmativa

Trichoderma harzianum y *Bacillus subtilis* controlan la enfermedad fungosa *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca L*) variedad Albión.

2.6.2. Nula

Trichoderma harzianum y *Bacillus subtilis* no controlan la enfermedad fungosa *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca L*) variedad Albión.

2.7. Variables.

2.7.1. Independiente

Diferentes dosis de productos comerciales a base de *Trichoderma harzianum* (*Trichoeb 5wp*), *Bacillus subtilis* (*Companion 2-3-2.*) y el producto químico *Iprodione* (*Ippon*)

2.7.2. Dependiente

Control de la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) variedad Albión.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Modalidad de la investigación

Esta investigación se ubica en el área de Desarrollo de la producción Agrícola, enfocada especialmente en el tema de sanidad vegetal.

En la presente investigación se aplicaron técnicas de campo que será de carácter cuali-cuantitativa con observaciones registradas en la bitácora de campo. En este trabajo probaron dos controladores biológicos (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*) y un producto químico (*Iprodione*) aplicados en el cultivo de fresa, para evaluar su comportamiento en el control de *Botrytis cinerea* y esto se realizó en base a un análisis estadístico.

3.2. Tipo de investigación.

La parte experimental se llevó a cabo en el Centro experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), y la prueba de medias de Tukey al nivel de significación de 5% para diferenciar las medias de los tratamientos.

3.2.1. Población y muestra de la investigación.

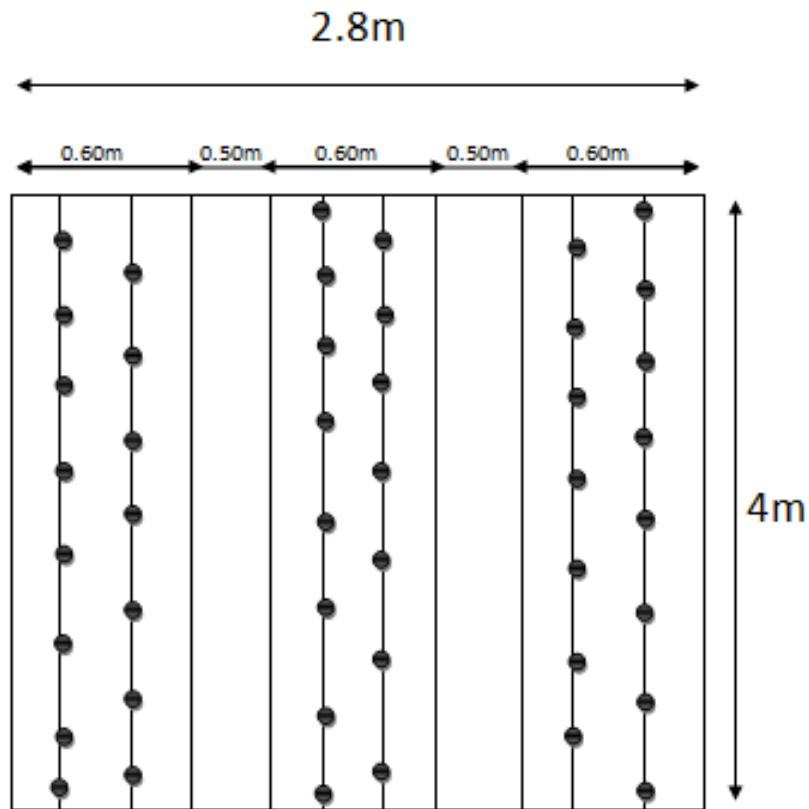
3.2.1.1. Población

La población de la presente investigación estuvo representada por las unidades del diseño experimental, del cultivo de fresa (*Fragaria vesca L*), donde se evaluaron dos controladores biológicos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*) comparado con un testigo químico y un testigo absoluto, para el control del *Botrytis cinerea*.

3.2.1.2. Muestra

El área experimental de la investigación estuvo dada por la parcela neta de cada unidad experimental, en donde se consideraron 15 plantas para la evaluación de las variables.

Figura 5. Descripción de la parcela neta.



3.3. Análisis estadístico.

Los factores considerados fueron los productos comerciales a base de *Trichoderma Harzianum* y *Bacillus Subtilis* y las dosis 75%, 100%, 125%, un testigo químico (*Iprodione*) con una dosis del 100% y un testigo absoluto al cual no se le aplicó ningún control para tratar la enfermedad. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones (Ver figura 6)

Inicialmente, los resultados se analizaron solo considerando los tratamientos del experimento factorial para investigar si había interacción entre el producto y dosis. Si el efecto del producto era independiente de la dosis ó si por lo contrario, había un producto que se comportaba de mejor manera en el control de la enfermedad a cierta dosis, sin embargo en otra dosis el otro producto ejercía mejor control.

Posteriormente, se analizaron los resultados incluyendo al testigo químico, en este caso solo se consideraron los siete tratamientos (factorial + testigo químico) en un DBCA. No se incluyó el testigo absoluto para las comparaciones sino como referencias; ya que sus valores eran tan elevados y diferentes al resto de los tratamientos que condujo a elevar los coeficientes de variabilidad y esto distorsionaba el análisis del comportamiento de los otros tratamientos.

Para los análisis se utilizó el programa estadístico Statistix versión 8 y para todos los casos se considero estadísticamente significativos valores $p \leq 0,05\%$.

Después del ADEVA, se compararon las medias utilizando la prueba de Tukey; en cuyo caso, letras iguales indican que no hay diferencia entre los tratamientos.

3.4. Operacionalización de variables

Cuadro 10. Operacionalización de variables

OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉNICAS	INSTRUMENTOS	INFORMANTE
Evaluar la efectividad biológica de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> para el control de podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) en el cultivo de Fresa (<i>Fragaria vesca</i>), variedad Albión.	V.D. Control de la podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) en el cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L) variedad Albión.	<p><i>Botrytis cinerea</i></p> <p>Es un hongo patógeno de muchas especies vegetales, animales y bacterias aunque su hospedador económicamente más importante es la vid. En viticultura se conoce comúnmente como <i>podredumbre de Botrytis</i>; en horticultura normalmente se llama <i>moho gris</i>.</p>	Incidencia de <i>Botrytis</i> en las fase del desarrollo vegetativo de fresa	Porcentaje de plantas enfermas	-Observación -Toma de datos -Análisis	_ Ficha de observación _ Libro de campo	Investigador
			Incidencia de <i>Botrytis</i> en la fase reproductiva de la fresa	Porcentaje de plantas enfermas	-Observación -Toma de datos -Análisis	-Fórmula de cálculo de la incidencia -Ficha de observación _ Libro de campo	Investigador
			Severidad de <i>Botrytis</i> en la fase de desarrollo vegetativo del cultivo de fresa	Porcentaje de tejido enfermo de plantas en mal estado	-Observación -Toma de datos -Análisis	_Clave para severidad de <i>botrytis cinerea</i>	Investigador
			Severidad de <i>Botrytis</i> en la fase reproductiva del cultivo de fresa	Porcentaje de tejido enfermo de plantas en mal estado	-Observación -Toma de datos -Análisis	_ Ficha de observación _ Libro de campo _Clave para severidad de <i>botrytis cinerea</i>	Investigador
			Severidad de daño de <i>Botrytis cinerea</i> en el fruto a la cosecha.	Porcentaje de tejido enfermo de frutos en mal estado	-Observación -Toma de datos -Análisis	_Clave para severidad de <i>botrytis cinerea</i> _ Ficha de observación _ Libro de campo	Investigador

			Rendimiento de la producción del fruto según calidad	Rendimiento de fruto en el cultivo de fresa según la calidad.	-Observación -Toma de datos -Análisis	Balanza	Investigador
			Análisis costo beneficio	Rentabilidad	Formulaciones matemáticas	Análisis de costo beneficio	Investigador
	V.I.	Trichoderma harzianum Es un hongo antagonista que es usado como fungicida. Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y se aplica al suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Algunos productos comerciales fabricados con este hongo han sido efectivos en el control de <i>Botrytis</i> , <i>Fusarium</i> y <i>Penicillium</i> sp	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Características</i> <i>Estructura</i> <i>usos , bondades,</i> <i>dosificaciones</i>	Dosis Alta 125 % Media 100% Baja 75%	Medición	_Libros _Folleto _Internet	Investigador
		Bacillus Subtilis Es una bacteria Gram positiva, aeróbica, que se encuentra comúnmente en el suelo. Pertenece al reino: Bacteria, clase: Bacilli, género: Bacillus, especie subtilis.	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Características</i> <i>Estructura</i> <i>usos , bondades,</i> <i>dosificaciones</i>	Dosis Alta 125 % Media 100% Baja 75%	Medición	_Libros _Folleto _Internet	Investigador
	Dosis de productos comerciales a base de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> .						

3.5. Plan recolección de la información.

3.5.1. Información bibliográfica

La información bibliográfica que se utilizó para esta investigación, se la recolectó de investigaciones publicadas, páginas web, revistas científicas, manuales técnicos entre otros referentes al tema en estudio y sus derivaciones..

3.5.2. Información procedimental.

Para la realización de este trabajo investigativo se tomó en cuenta la localización del experimento, factores en estudio, las variables a evaluarse así como también el manejo específico del experimento.

3.5.3. Características del ensayo experimental.

Cuadro 11. Características del diseño experimental.

Ensayo Total		Parcela experimento		Parcela neta	
Repeticiones:	3	Largo:	39m	Largo	4 m
Tratamientos:	8	Ancho:	10.4m	Ancho	2.8 m
		Área total	405.6m ²		
(4m/0.4m = 10 puestos en hilera) En cada cama constaran 20 plantas, a una distancia de 0,40m entre planta y de 0,25 m entre hileras.		Entre plantas	0.40m	Área neta 11.2 m ²	
		Entre hileras	0.25m		

Consta de 8 tratamientos y 3 repeticiones, se dispuso de veinticuatro unidades experimentales. En la figura 6 se muestra la distribución de las unidades experimentales.

- **Factores en estudio**

Factor A: Productos biológicos

A1. *Trichoderma harzianum*

A2. *Bacillus subtilis*

Factor B: Dosis

B1. Dosis baja 75%

B2. Dosis media 100%

B3. Dosis alta 125%

Testigo Químico:

Iprodione 100%

Tratamientos:

T1: Trichoderma harzianum al 75%

T2: Trichoderma harzianum al 100%

T3: Trichoderma harzianum al 125%

T4: Bacillus subtilis 75%

T5: Bacillus subtilis 100%

T6: Bacillus subtilis 125%

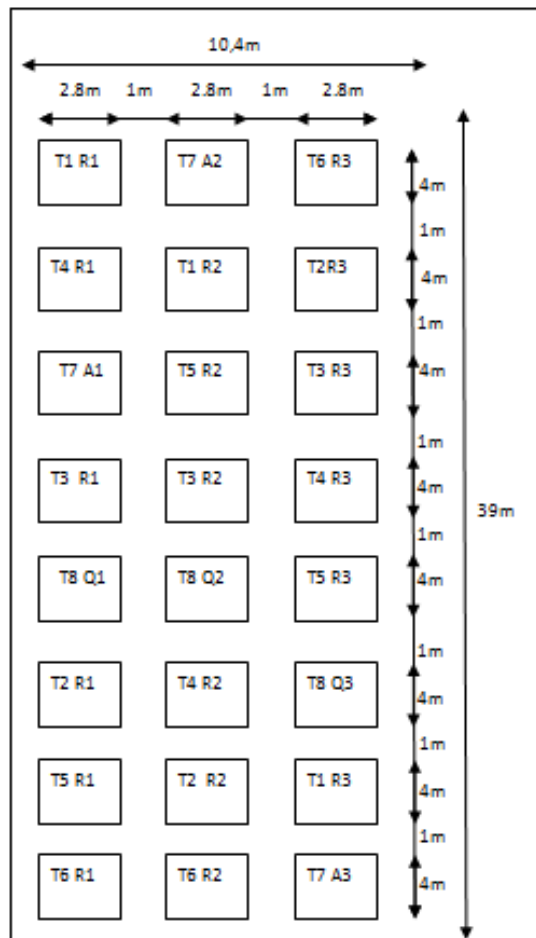
T7: Testigo químico

T8: Testigo absoluto

Cuadro 12. Delimitación del ensayo.

Al Norte	Con la ciudad de San Pedro de Huaca.
Al Sur	Con la ciudad de San Gabriel
Al Este	Con la parroquia Santa Martha de cuba
Al Oeste	Con la parroquia el Carmelo

Figura 6. Distribución de unidades experimentales



3.6. Variables Evaluadas.

3.6.1. Incidencia de *Botrytis Cinerea* en la fase del desarrollo vegetativo de fresa

Se realizó la recolección de datos de 15 plantas determinadas a evaluar y no se encontró presencia de la enfermedad (*Botrytis cinerea*) en la etapa foliar, por lo tanto no existieron datos de incidencia de la enfermedad.

3.6.2. Incidencia de *Botrytis Cinerea* en la fase reproductiva de la fresa

Los tratamientos se empezaron a evaluar desde los 90 días del trasplante donde fue el inicio de la enfermedad. Al finalizar la investigación se analizó el porcentaje de plantas afectadas en la parcela neta de cada unidad

experimental con la fórmula establecida para determinar el porcentaje de incidencia. $\%I = \frac{N.hojas\ enfermas}{total\ hojas} \times 100.$

3.6.3. Severidad de *Botrytis Cinerea* en la fase de desarrollo vegetativo del cultivo de fresa

Al igual que la primera variable se realizó la recolección de datos de 15 plantas ya establecidas y no se encontró presencia de la enfermedad (*Botrytis Cinerea*), por lo tanto no existieron datos de severidad de daño de la enfermedad.

3.6.4. Severidad de *Botrytis Cinerea* en la fase reproductiva del cultivo de fresa.

La severidad de daño de la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) se determinó en las 15 plantas por cada parcela o tratamiento, la toma de datos se realizó tomando los frutos tiernos que presentaron la enfermedad y aplicando la respectiva fórmula para determinar el porcentaje de severidad de la enfermedad en el cultivo de fresa.

$$\%S = \frac{\%S (tejido\ enfermo)\ hojas\ enfermas}{total\ hojas}$$

3.6.5. Severidad de daño de *Botrytis Cinerea* en el fruto a la cosecha.

Para determinar la severidad de daño en las cosechas se recolectaron los frutos de 15 plantas en evaluación por cada parcela. De igual manera como en las anteriores variables se utilizó la respectiva fórmula para determinar el porcentaje de severidad de daño del fruto de fresa (*fragaria Vesca*) a la cosecha.

$$\%S = \frac{\%S (tejido\ enfermo)\ frutos\ enfermos}{total\ frutos}$$

3.6.6. Rendimiento de fruto en el cultivo de fresa según la calidad.

Se realizó extrayendo los frutos de cada parcela en estudio dando como resultado un porcentaje alto en Kg de frutos de primera calidad y un porcentaje muy bajo de rendimiento de frutos de segunda calidad, esto indicó que en todo el transcurso de la cosecha existió un nivel de producción muy aceptable para el mercado.

3.6.7. Análisis costo beneficio

Esta variable se analizó al final del ensayo para determinar cuál de los tratamientos es más rentable.

3.7. Procedimiento

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

Las aplicaciones de los productos biológicos y del producto químico se los realizó cada 7 días de acuerdo las recomendaciones descritas en las etiquetas de los productos en evaluación y se realizaron cuatro aplicaciones.

El inicio de las aplicaciones fue a los 150 días de la fecha del trasplante, esto se realizó el día 03 abril del 2016. En los cuadros y graficas representados a continuación, se hará una descripción de los resultados por aplicación y por productos.

3.7.1. Monitoreo de la enfermedad.-

El sitio para realizar el ensayo se determinó basado en que anteriormente en ese mismo lugar se realizó una investigación relacionada en la producción de fresa, Esto se lo realizó el 02 de septiembre del 2015

3.7.2. Medición del terreno.-

Con ayuda de un flexómetro se midió el área del ensayo para la instalación de la investigación, así mismo se realizó la preparación de terreno con la ayuda del tractor agrícola realizando una rastra y arada para que la tierra quede suelta y sea más fácil la implementación del acolchado. Esto se lo realizó el 06 de septiembre del 2015.

3.7.3. Elaboración y abonado de Camas.-

Según el análisis de suelo se ajustó la fertilización, la fertilización recomendable fue, para la extensión del ensayo se ajustó empleando 18 lb de Nitrofoska (12-12-17) y 12 lb de 8-20-20, así mismo se trazó con piolas las camas y las vías de acceso para diferenciar de cada uno de los tratamientos al igual que se utilizan para realizar las respectivas labores del cultivo y su cosecha. Esto se lo realizó el día 23 de septiembre del 2015.

3.7.4. Instalación del sistema de riego.-

Al finalizar la instalación de las platabandas o acolchados se procedió a la instalación del sistema de riego para la cual se utilizó una cinta de goteo con perforaciones a cada 25 cm. Esto se lo realizó el día 25 de septiembre del 2015.

3.7.5. Instalación del mulch.-

La instalación se la realizó de manera manual, para esto se empleó plástico adecuado para el cultivo de fresa denominado mulch de color negro, la instalación se realizó colocando el plástico sobre las camas o platabandas. Esto se realizó el día 28 de septiembre del 2015.

3.7.6. Perforación del mulch.-

La perforación del mulch se realizó con un estilete a un diámetro de 0,40cm y la distancia entre plantas fue de 0,25cm entre hileras. Esto se realizó el día 31 de octubre del 2015.

3.7.7. Trasplante.-

Las distancias de siembra que se establecieron para esta investigación entre plantas fueron de 0,40 m y 0,25 m entre las hileras, con el método tresbolillo, así mismo se realizó la aplicación de un fertilizante enraizador con aminoácidos, esto para que las plantas tengan un porcentaje alto de prendimiento. Esto se realizó el día 3 de noviembre del 2015.

3.7.8. Fertilización foliar.-

La fertilización foliar se realizó con una bomba de mochila a principios de la floración que fue a los 42 días del trasplante. De igual manera la implementación de insecticidas a base de Cypermetrinas y Chlorpyrifos para el control de araña roja y trips. Esto se realizó el día 25 de noviembre del 2015.

3.7.9. Riego.-

El riego se aplicó cada 3 días con un promedio de 20 minutos por medio del sistema de riego por goteo, no obstante hay que decir que el riego se dejó de aplicar cada 3 días y se empezó hacerlo cada 5 días, debido a la presencia de lluvias continuas donde está ubicado el diseño experimental. Este cambio de intervalo de los días de riego fue a la séptima cosecha que fue el 04 de febrero del 2016.

3.7.10. Control de Malezas.-

Esto se realizó a la primera aparición de maleza que fue a los 60 días luego del trasplante y se lo hizo de manera manual para realizar el respectivo control de los acolchados y con la ayuda de una pala para extraer las malezas de los caminos, de igual manera se utilizó un herbicida no selectivo con nombre comercial (Rondo 480) a base de glifosato. Esto se realizó el día 06 de febrero del 2015.

3.7.11. Control de Enfermedades.-

Aquí se realizó la aplicación de cada uno de los tratamientos con los productos biológicos objeto de esta investigación y el producto químico en las respectivas dosis. Esto se realizó con la ayuda de la bomba de mochila de 20 litros de capacidad.

La presencia de la enfermedad *Botrytis Cinerea* fue a la décima cosecha (19 febrero del 2016) es decir a los 105 días de la fecha del trasplante. No se realizó en control inmediato ya que se dejó que la enfermedad proliferara y se distribuya por todo el diseño experimental, esto para tener resultados representativos de la investigación. Se aplicaron los controles o tratamientos

a los 150 días de la fecha del trasplante, esto se realizó el día 03 abril del 2016.

3.7.12. Cosecha.-

Se realizó cuando los frutos maduros de fresa ya presentaron las características organolépticas óptimas para el consumo humano, la primera cosecha fue a los 70 días de la fecha de trasplante, con un intervalo de cosecha de 5 días. Se realizaron 25 cosechas, diez sin la presencia de la enfermedad y las 15 cosechas restantes ya con la presencia de la enfermedad realizando los respectivos controles de cada uno de los tratamientos a evaluar, no obstante el cultivo de fresa tiene aproximadamente una vida mínimo de 2 años de producción.

3.8. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.

A continuación se presenta resultados para cada una de las variables evaluadas con cada uno de los testigos. El testigo absoluto se refiere al que no se realizó ninguna aplicación para el control de la enfermedad, mientras que el testigo químico se refiere a la aplicación del producto (Iprodione) con las respectivas indicaciones y dosificación técnicas que se muestran en la etiqueta del producto.

3.8.1. Resultados por variable

3.8.1.1. Incidencia de *Botrytis Cinerea* en la fase del desarrollo vegetativo de fresa (*Fragaria Vesca*).

En esta etapa considerada como una variable, no se presentó la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) por lo tanto no hubo datos a registrar, esta fase de desarrollo vegetativa de la planta de fresa tuvo un tiempo de aproximadamente 40 días a partir de la fecha del trasplante.

3.8.1.2. Incidencia de *Botrytis Cinerea* en la fase reproductiva de la fresa (*Fragaria Vesca*).

La primera aplicación se realizó a la décimo novena cosecha (03/04/2016), es decir a los 150 días después de la fecha de trasplante, constando de tres aplicaciones mas cada siete días.

En la Incidencia de *Botrytis cinerea* después de la primera aplicación de los productos biológicos y el producto químico se evidencio diferencias estadísticamente significativas, y los resultados se encuentran en rangos diferentes los cuales son representados con literales diferentes como son A, B, AB. Se efectuó un análisis independiente para cada uno de los tratamientos donde se puede identificar que el tratamiento que tuvo menos incidencia es el tratamiento 2 (*Trichoderma Harzianum* al 100%) con un 4,1% de incidencia de la enfermedad, en comparación con el tratamiento químico (Iprodione). La diferencia entre los dos tratamientos es del 0,02% de incidencia, por lo tanto se pudo determinar que realizan el mismo control. El coeficiente de variación del 13,56% el cual es muy aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 1. Incidencia de *Botrytis cinerea* en la fase reproductiva del cultivo de fresa por aplicación. (%)

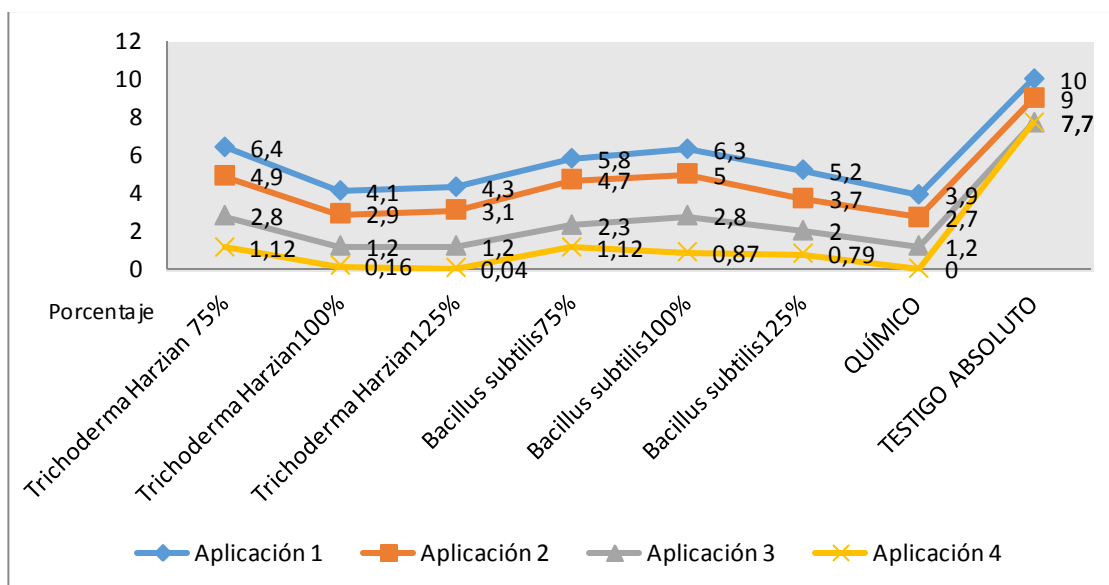
TRAT	PROD	DOSIS%	Aplicación 1	Aplicación 2	Aplicación 3	Aplicación 4
1	<i>Trichoderma Harzianum</i>	75%	6,4 A	4,9 A	2,8 A	1,12 A
2	<i>Trichoderma Harzianum</i>	100%	4,1 B	2,9 A	1,2 A	0,16 BCD
3	<i>Trichoderma Harzianum</i>	125%	4,3 B	3,1 A	1,2 A	0,04 CD
4	<i>Bacillus subtilis</i>	75%	5,8 AB	4,7 A	2,3 A	1,12 A
5	<i>Bacillus subtilis</i>	100%	6,3 A	5,0 A	2,8 A	0,87 AB
6	<i>Bacillus subtilis</i>	125%	5,2 AB	3,7 A	2,0 A	0,79 ABC
7	QUÍMICO		3,9 B	2,7 A	1,2 A	0,00 D
TESTIGO ABSOLUTO			10,0	9,0	7,7	7,7
C.V.			13,56%	23,49%	33,58%	53,08%
Valor p			≤ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05

En la segunda y tercera aplicación se establece que no existe diferencia estadísticamente significativa y los resultados se encuentran en rangos iguales representados con la letra A, por lo tanto todos los tratamientos incluido el tratamiento químico tuvieron el mismo control de la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) y se encuentran en el mismo rango en la prueba de Tukey. Los dos tratamientos tienen un coeficiente de variación muy aceptable para este tipo de investigación.

En la cuarta y última aplicación a diferencia de las anteriores si existe diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto se puede realizar un análisis independiente para cada uno de los tratamientos. El tratamiento que sobresale y tuvo un porcentaje de incidencia muy bajo es el tratamiento tres (*Trichoderma Harzianum*) al 125% con un 0,04% de incidencia de enfermedad, no obstante si hacemos la comparación con el tratamiento químico este controló por completo la enfermedad pero sin lugar a duda el tratamiento 3, tiene un porcentaje de incidencia muy bajo que no puede causar ningún daño al cultivo. El coeficiente de variación de este tratamiento es de 53,08% pero aun así se pudieron diferenciar los tratamientos.

Al comparar el testigo absoluto con los otros tratamientos se puede observar que todos los tratamientos realizan un control muy alto frente a la enfermedad. (Ver ilustración 1)

Ilustración 1. Representación grafica de la incidencia de *Botrytis cinerea* en la fase reproductiva del cultivo de fresa.



3.8.1.3. Severidad de *Botrytis Cinerea* en la fase de desarrollo vegetativo del cultivo de fresa (*Fragaria Vesca*).

En esta etapa del cultivo no se presentó la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) por lo tanto no hubo datos a registrar. Esta fase de desarrollo, tuvo un tiempo de aproximadamente 40 días a partir de la fecha del trasplante.

3.8.1.4. Severidad de *Botrytis Cinerea* en la fase reproductiva del cultivo de fresa (*Fragaria Vesca*).

En las cuatro aplicaciones de los productos biológicos para controlar la severidad de ataque de la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) existe una diferencia estadísticamente significativa y los tratamientos se ubican en diferente rango en la prueba de Tukey y son representados con distintos literales. Esto señala que se puede realizar el análisis de forma independiente para cada tratamiento y aplicación. (Tabla 2).

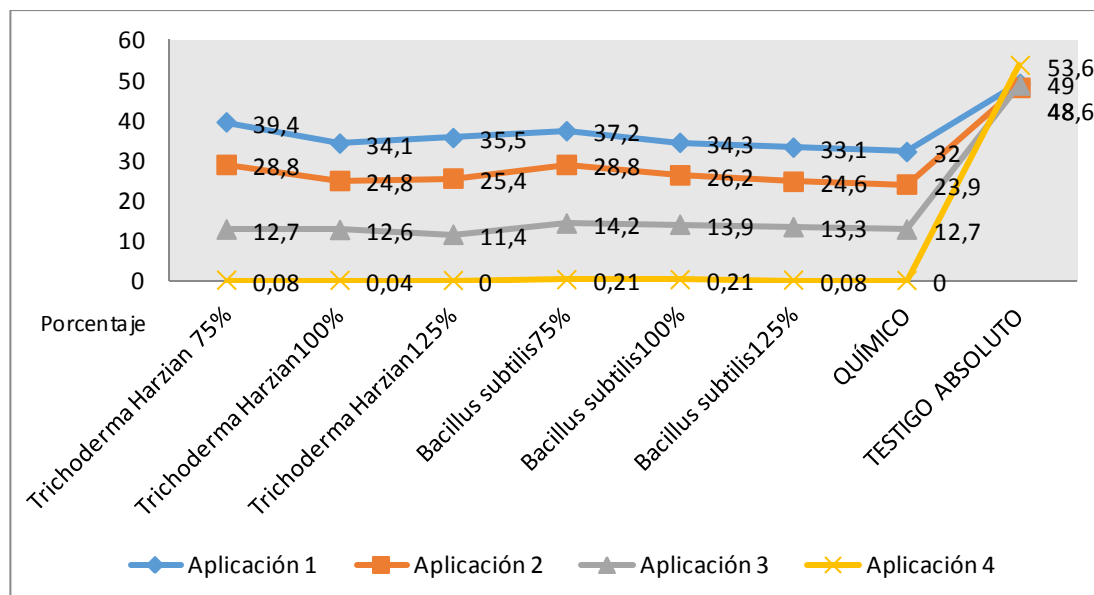
Tabla 2. Severidad de ataque de *Botrytis cinerea* en la fase reproductiva del cultivo de fresa por aplicación. (%)

TRAT	PROD	DOSIS%	Aplicación 1	Aplicación 2	Aplicación 3	Aplicación 4
1	<i>Trichoderma Harzianum</i>	75%	39,4 A	28,8 A	12,7 AB	0,08 AB
2	<i>Trichoderma Harzianum</i>	100%	34,1 BC	24,8 B	12,6 AB	0,04 AB
3	<i>Trichoderma Harzianum</i>	125%	35,5 ABC	25,4 AB	11,4 B	0,00 B
4	<i>Bacillus subtilis</i>	75%	37,2 AB	28,8 A	14,2 A	0,21 A
5	<i>Bacillus subtilis</i>	100%	34,3 BC	26,2 AB	13,9 A	0,21 A
6	<i>Bacillus subtilis</i>	125%	33,1 BC	24,6 B	13,3 AB	0,08 AB
7	QUÍMICO		32,0 C	23,9 B	12,7 AB	0,00 B
TESTIGO ABSOLUTO			49,0	48,0	48,6	53,6
C.V.			4,70%	4,82%	5,22%	70,55%
Valor p			≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05

En la primera y segunda aplicación el tratamiento que se asemeja al tratamiento químico para el control de la *Botrytis cinerea* es el tratamiento 2 (*Trichoderma Harzianum*) al 100%, no obstante en la tercera y cuarta aplicación es el tratamiento 3 (*Trichoderma Harzianum*) al 125%. En el tratamiento 3 existe un porcentaje bajo de severidad de ataque de un 11,4% y el tratamiento químico un 12,7% severidad de la enfermedad, por otro lado en la cuarta y última aplicación se controló por completo la enfermedad. El coeficiente de variación de las primeras tres aplicaciones son muy aceptables para este tipo de investigación, no obstante la última aplicación tuvo un coeficiente de variación muy elevado de 70,55% esto se debe cuando existen valores en cero, esto sucede cuando existe un control completo de la enfermedad, es de resaltar que el testigo absoluto se elevó aproximadamente a 50% de severidad de ataque; ello refleja la necesidad del uso de tratamientos para el control de la enfermedad.

En todas aplicaciones se determinó un valor de p menor igual a 0,05. (Ver ilustración 2)

Ilustración 2. Representación grafica del comportamiento de cada uno de los tratamientos respecto al control de severidad de *Botrytis cinerea* en la fase reproductiva del cultivo.



3.8.1.5. Severidad de daño de *Botrytis cinerea* en el fruto a la cosecha.

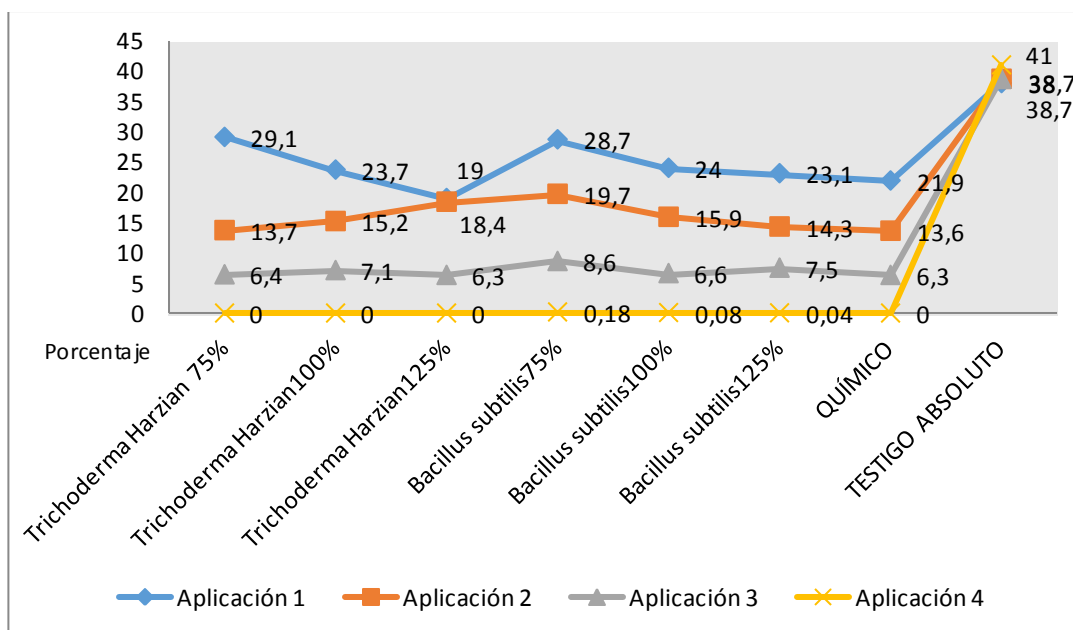
En esta variable como se puede observar en la tabla 3, se pudo determinar que en la primera, segunda y tercera aplicación no hubo diferencia estadísticamente significativa, y los resultados se encuentran en rangos iguales representados con el literal A, de tal forma que todos los tratamientos incluido el tratamiento químico realizaron el mismo porcentaje de control de la enfermedad al fruto a la cosecha, así mismo por cada aplicación de los tratamientos el porcentaje de severidad en cada uno de ellos disminuyó de manera eficaz, a diferencia del testigo absoluto que fue incrementando (la severidad de la enfermedad) con el tiempo. Cada unas de las aplicaciones tiene un coeficiente de variación muy aceptable para este tipo de investigación, a excepción de la ultima aplicación, en la cual se determina diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 3. Severidad (%) de ataque de *Botrytis cinérea* en el fruto a la cosecha de cada tratamiento por cada aplicación.

TRAT	PROD	DOSIS%	Aplicación 1	Aplicación 2	Aplicación 3	Aplicación 4
1	<i>Trichoderma Harzianum</i>	75%	29,1 A	13,7 A	6,4 A	0,00 B
2	<i>Trichoderma Harzianum</i>	100%	23,7 A	15,2 A	7,1 A	0,00 B
3	<i>Trichoderma Harzianum</i>	125%	19,0 A	18,4 A	6,3 A	0,00 B
4	<i>Bacillus subtilis</i>	75%	28,7 A	19,7 A	8,6 A	0,18 A
5	<i>Bacillus subtilis</i>	100%	24,0 A	15,9 A	6,6 A	0,08 A
6	<i>Bacillus subtilis</i>	125%	23,1 A	14,3 A	7,5 A	0,04 AB
7	QUÍMICO		21,9 A	13,6 A	6,3 A	0,00 B
TESTIGO ABSOLUTO			38,0	38,7	38,7	41,0
C.V.			11,92%	19,91%	14,10%	101,1%
Valor p			≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,05

En la cuarta y última aplicación de los controladores biológicos para el control de la enfermedad hubo una diferencia estadísticamente significativa, los resultados se encuentran en rangos diferentes y son representados con distintos literales como se puede observar en la tabla 3, donde se pueden analizar cada uno de los tratamiento por separado. El tratamiento 1 (*Trichoderma Harzianum*) al 75%, tratamiento 2 (*Trichoderma Harzianum*) al 100% y tratamiento 3 (*Trichoderma Harzianum*) al 125% controlaron por completo la enfermedad (*Botrytis cinérea*) al igual que el tratamiento químico, de esta manera los frutos presentaron características organolépticas adecuadas para el consumo, logrando introducir el producto al mercado. En esta aplicación el coeficiente de variación es de 101,1% valor que es muy elevado debido a la presencia de muchos valores en cero, este caso es porque indica que la mitad de los tratamientos controlaron por completo la enfermedad. (Ver ilustración 3)

Ilustración 3. Representación grafica de la severidad (%) de daño causada por *Botrytis Cinérea* en el fruto en el momento de la cosecha del cultivo de fresa.



3.8.1.6. Rendimiento de fruto en el cultivo de fresa según la calidad.

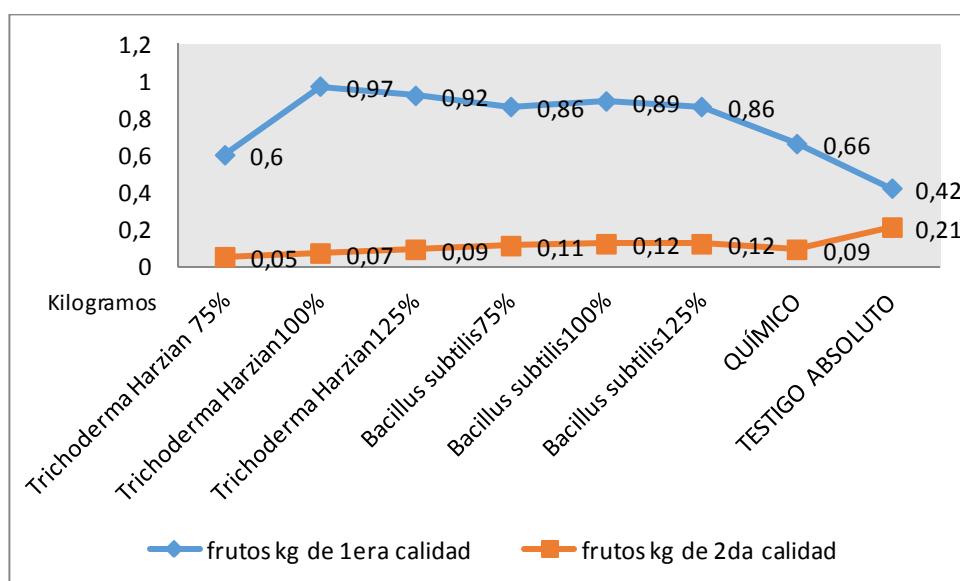
En la tabla 4 se representa la producción de fresa de primera y de segunda calidad, en las dos categorías no existe una diferencia estadísticamente significativa por lo que se encuentran en el mismo rango en las pruebas de Tukey, donde todos los tratamiento por categoría presentaron una producción similar, el rendimientos de frutos de primera calidad presentó una producción muy alta en comparación con frutos de segunda calidad.

Tabla 4. Rendimiento (Kg/Trat) de fruto de primera y segunda calidad en el cultivo de fresa.

TRAT	PROD	DOSIS%	Primera calidad Kg/Trat	Segunda calidad Kg/Trat
1	<i>Trichoderma Harzianum</i>	75%	0,60 A	0,05 A
2	<i>Trichoderma Harzianum</i>	100%	0,97 A	0,07 A
3	<i>Trichoderma Harzianum</i>	125%	0,92 A	0,09 A
4	<i>Bacillus subtilis</i>	75%	0,86 A	0,11 A
5	<i>Bacillus subtilis</i>	100%	0,89 A	0,12 A
6	<i>Bacillus subtilis</i>	125%	0,86 A	0,12 A
7	QUÍMICO		0,66 A	0,09 A
TESTIGO ABSOLUTO			0,42	0,21
C.V.			31,70%	55,65%
Valor p			≥ 0,05	≥ 0,05

Así mismo existió un porcentaje muy bajo en producción de frutos de segunda calidad. Esto da a conocer que existe una producción muy favorable ya que se tiene un porcentaje muy bueno de frutos en kilogramos por parcela, así mismo existe la tendencia al tratamiento químico a menor producción de fruto (Kg) de primera calidad. El coeficiente de variación en esta medición de las dos categorías es muy aceptable para este tipo de investigación. (Ver ilustración 4)

Ilustración 4. Rendimiento (Kg) de fruto de primera y segunda calidad en el cultivo de fresa



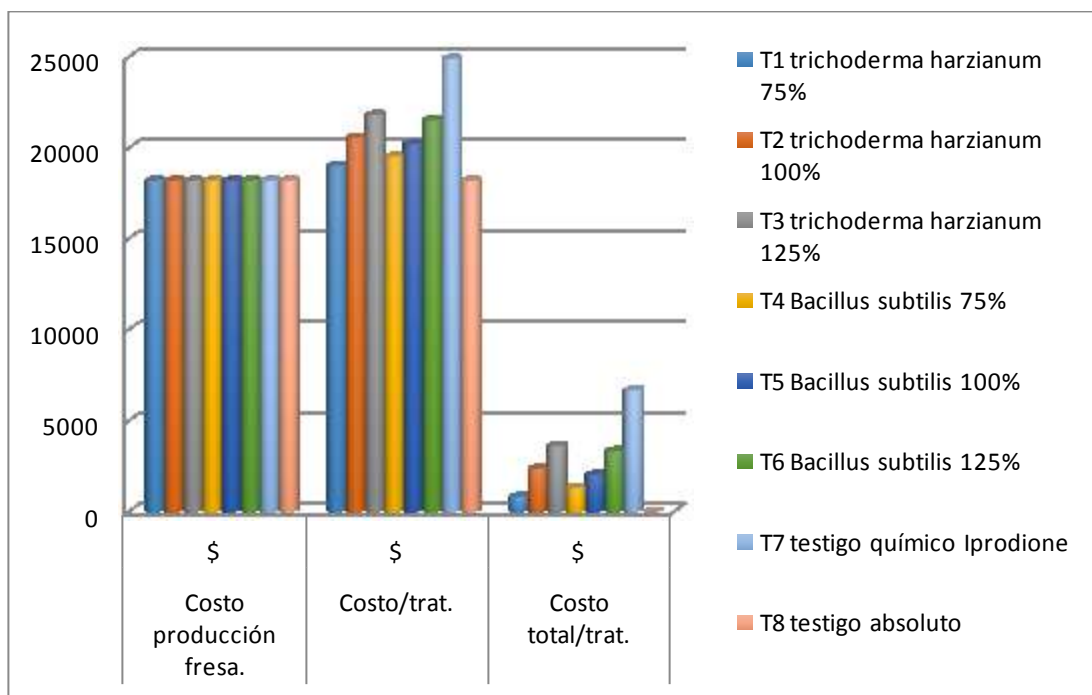
3.8.1.7. Análisis económico

Tabla 5. Análisis económico.

Tratamientos	Costo producción fresa. \$	Costo/Total \$	Costo total/trat. \$
T1 <i>Trichoderma harzianum</i> 75%	18218	19034	816
T2 <i>Trichoderma harzianum</i> 100%	18218	20584	2366
T3 <i>Trichoderma harzianum</i> 125%	18218	21834	3616
T4 <i>Bacillus subtilis</i> 75%	18218	19551	1333
T5 <i>Bacillus subtilis</i> 100%	18218	20251	2033
T6 <i>Bacillus subtilis</i> 125%	18218	21551	3333
T7 Testigo químico <i>Iprodione</i>	18218	24918	6700
T8 Testigo absoluto	18218	18218	0

Para establecer el análisis económico, se calculó el costo de producción del cultivo de fresa, así mismo se realizó el costo de cada tratamiento y se determinó que el Tratamiento 1 *Trichoderma harzianum* al 75% tiene un costo de 816 dólares el cual puede tener mayores ingreso económicos al productor que los otros tratamientos.

Ilustración 5. Análisis económico.



3.9. Verificación de hipótesis

Al terminar con el desarrollo de la investigación la hipótesis que se confirmó fue la afirmativa que mencionaba, *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* es capaz de controlar la enfermedad fungosa *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). Es decir cualquiera de los dos controla la enfermedad (*Botrytis cinerea*), en las condiciones donde se realizó el experimento.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- En todos los tratamientos se presentó la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) a los 150 días de la fecha de trasplante, siendo el tratamiento químico T7 (Iprodione) el que demostró ser el más efectivo para disminuir la incidencia de daño de la enfermedad con 0,04%
- La enfermedad se presentó a la décima cosecha es decir a los 105 días después de la fecha de trasplante y se controló a la decimonovena cosecha, debido a los bajos niveles de humedad relativa, donde el agente causal (*Botrytis cinerea*) no fue capaz de proliferarse en esas condiciones.
- Los tratamientos que lograron disminuir la severidad de ataque de la enfermedad (*Botrytis cinerea*) a la cosecha fueron los tratamientos 1, 2 y 3 con un porcentaje de 0,00%, controlando así por completa esta enfermedad.
- El tratamiento más efectivo para disminuir el porcentaje de severidad de daño en la fase reproductiva es el tratamiento 3 (*Trichoderma harzianum* al 125%) con un porcentaje de severidad en la fase reproductiva del 0.00%, es decir este tratamiento controló la enfermedad por completo.
- El mejor resultado en producción se obtuvo con el tratamiento 2 (*Trichoderma harzianum* al 100%) con 31200 kg/ha, comparado con el testigo absoluto que generó un rendimiento de 18900 kg/ha de fruta.

4.2. Recomendaciones.

- Realizar investigaciones similares utilizando otras variedades de fresa con las dosis evaluadas en esta investigación.
- Se recomienda realizar la cosecha de frutos comerciales de fresa cuando el fruto presente $\frac{3}{4}$ de maduración (pintón) realizando esto en baldes plásticos o en cajones de madera cuidando la cantidad de fresa en cada medio de cosecha para evitar daños físicos en la fruta.
- Se recomienda el uso de controladores biológicos u orgánicos, ya que el cultivo responde muy bien a estos productos, obteniendo un mayor porcentaje de control de enfermedades y de producción de frutos.
- Recomendar a los productores el uso de *Trichoderma harzianum* en las dosis de 300 g/ha para el control de *Botrytis Cinerea* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) considerando que es una alternativa biológica para disminuir la contaminación del medio ambiente.

V. Bibliografía

- A., B. C. (2009). *Cartilla-FRESA*. Colombia, Bogotá.: Mary Luz Ángel. Obtenido de https://www.cropscience.bayer.co/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx
- Agroes. (s.f.). *Fresa y el fresón, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico*. Obtenido de <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/colifor/353-fresa-y-el-freson-descripcion-morfologia-y-dido>
- agrolalibertad. (s.f.). *Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa*. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf
- Agromática. (02 de 10 de 2012). *Cultivo de fresas en el huerto*. Obtenido de <http://www.agromatica.es/cultivo-de-fresas/>
- Agroweed. (23 de 10 de 2012). *TRICHODERMA HARZIANUM, BENEFICIOS PARA NUESTRAS PLANTAS*. Obtenido de <http://www.agroweed.com/index.php/trichoderma-harzianum-beneficios-para-nuestras-plantas/>
- Alvarado, D. e. (2012). “Evaluación de microorganismos benéficos *Trichoderma harzianum*, y *Bacillus subtilis* como controladores biológicos de *Sclerotium cepivorum* en el Cultivo de Cebolla paiteña (*Allium cepa* L.), en el sector La Esperanza, Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador”. tulcan. Recuperado el 2016 de 07 de 15, de <http://181.198.77.140:8080/bitstream/123456789/19/1/066%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20MICROORGANISMOS%20TRICHODERMA%20HARZIANUM,%20Y%20BACILLUS%20SUBTILIS%20COMO%20CONTROLADOR%20BIOL%C3%93GICO%20DE%20SCLEROTIUM%20CEPIVORUM%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20CEBOL>
- Alvarado, Diana e Higuera, Joffre. (2012). “Evaluación de microorganismos benéficos *Trichoderma harzianum*, y *Bacillus subtilis* como controladores biológicos de *Sclerotium cepivorum* en el Cultivo de Cebolla paiteña (*Allium cepa* L.), en el sector La Esperanza, Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador”. tulcan. Recuperado el 2016 de 07 de 15, de <http://181.198.77.140:8080/bitstream/123456789/19/1/066%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20MICROORGANISMOS%20TRICHODERMA%20HARZIANUM,%20Y%20BACILLUS%20SUBTILIS%20COMO%20CONTROLADOR%20BIOL%C3%93GICO%20DE%20SCLEROTIUM%20CEPIVORUM%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20CEBOL>
- angelfire. (s.f). *Cultivo de la Fresa*. Obtenido de <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.htm>

- Bayer, C. (2009). *Cartilla-FRESA*. Colombia, Bogotá.: Mary Luz Ángel. Obtenido de https://www.cropscience.bayer.co/~/media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx
- Blogspot. (s.f.). *Bacillus subtilis*. Obtenido de <http://bacillus8.blogspot.com/>
- Bogotá, D. (2011). *Bacillus spp.; perspectiva de su efecto biocontrolador*. Bogota.
- Cargua, Á. R. (2013). "APLICACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE FOLIAR EN EL. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/7215/1/%C3%81ngel%20Rodrigo%20Londo%20Cargua.pdf>
- CHICO, M. C. (2012). "VALIDACIÓN DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS. Riobamba.
- Chiriboga, H. W.-J. (04 de 2005). *EVALUACION DE TRES VARIETADES DE FRUTILLA (FRAGARIA VESCA) OSO, OSO GRANDE Y SEASCAPE, CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/218/1/T71485.pdf>
- Constitución del Ecuador*. (2008).
- Ecocampo. (s.f.). *Bacillus Subtilis*. Obtenido de http://www.ecocampo.com.pe/pdf/ficha-bacillus_subtillis-ecocampo.pdf
- El Comercio. (10 de 10 de 2011). *La frutilla es un cultivo rentable*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutilla-cultivo-rentable.html>
- fagro. (s.f.). *DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES*. Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/forestal/cursos/proteccion/Deficiencias.pdf>
- Fernando, T. C. (s.f.). *Principales especies del género Bacillus formadoras de esporas en alimentos*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos90/principales-especies-genero-bacillus/principales-especies-genero-bacillus.shtml#ciobiola>
- fertilizer, M. s. (s.f.). *El Azufre en Plantas y Suelo*. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/sulfur>
- González Urías, M. A. (12 de 2012). *Bacillus subtilis como promotora del rendimiento y calidad de fresa*. Jiquilpan . Obtenido de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/12272>
- Infoagro. (s.f). *Técnicas para el control de botrytis*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/botrytis.htm>
- infoagro. (s.f.). *EL CULTIVO DE LA FRESA*. Obtenido de http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm
- Infoagro. (s.f.). *El cultivo de la Fresa*. Obtenido de http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp

- Infoagro. (s.f.). *EL CULTIVO DE LA FRESA*. Obtenido de http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm
- INIAP. (s.f.). *FICHAS TÉCNICAS*. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=694:fichas-tecnicas&catid=93
- LaHora. (28 de 11 de 2003). *Mal uso de químicos causa enfermedades*. Obtenido de http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1000208679/-1/Mal_uso_de_qu%C3%ADmicos_causa_enfermedades.html#.V72-aNLhDMw
- Llahuen, D. T. (2010). *CULTIVO DE LA FRUTILLA: ESTABLECIMIENTO Y POST-PLANTACIÓN*. Obtenido de <http://www.llahuen.com/Archivos/Documentos/INFORMATIVO%20FRUTILLA-ESTABLECIMIENTO%20Y%20POSTPLANTACION.pdf>
- LOES. (2012). Obtenido de <http://www.ces.gob.ec/doc/Reglamentos/Reglam-2015/Diciembre/reglamento%20de%20creacin%20interven%20y%20suspensin%20de%20universidades%20y%20ep.pdf>
- López, E. (2012). *Plaguicidas botánicos: Una alternativa a tener en cuenta*. La Habana - Cuba: Fitosanidad. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- MERCHAN-GAITAN, J. B., & Ferrucho, R. L.-H. (2014). *Efecto de dos Trichoderma cepas de Botrytis cinerea el control y la calidad de la fruta de la fresa (Fragaria sp.)*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2011-21732014000100005
- Pantoja Caiza, F. A. (2013). *Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de frutilla*. TULCÁN - ECUADOR.
- Pantoja, A. (2013). *Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de frutilla*. tulcan.
- Paulín, G. H. (13 de 10 de 2012). *Reproducción de la fresa por estolones en macetas*. Obtenido de <http://diariosvegetales.blogspot.com/2012/10/reproduccion-de-la-fresa-por-estolones.html>
- Pérez, C. (2010). *Fresas, ideales en primavera y verano*. Obtenido de <http://www.natursan.net/fresas-ideales-en-primavera-y-verano/>
- Proexant. (1993). *Nuevos productos de exportacion "Manual de Frutilla"*.
- Quezada Moscoso, A. P. (30 de 04 de 2012). *"Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (fragaria vesca)"*. Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/1680>
- Quezada, A. (2011). *"Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (fragaria vesca)"*. Ambato. Obtenido de

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1680/1/tesis-006%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20prod.%20de%20flores%20y%20Frut.....pdf>

Quishpe, J. (2013). *Evaluación de la respuesta de la frutilla frente al sistema de cultivo semihidroponico*. Quito.

Revista_ElAgro. (2012). *Agricultores le apuestan al cultivo de fresas*. Obtenido de <http://www.revistaelagro.com/agricultores-le-apuestan-al-cultivo-de-fresas/>

Schuldes, P. U. (2013). *manual de la frutilla*. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/quilamapu/boletines/NR39084.pdf>

Sosa, M. C. (2009). *Prespección de enemigos naturales del barrenador del fruto (Neoleucinodes elegantalis Guenée) de la naranjilla (Solanum quitoense) y evaluación de la incidencia de las plagas en su cultivo*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

Telegrafo, e. (05 de 08 de 2013). *El mal uso de químicos afecta a la naturaleza*. Obtenido de www.eltelegrafo.com.ec

Tovar, M. (2007). *“Proyecto agrícola para la creación de una planta de producción e industrialización de la fresa (fragaria vesca) en la agropecuaria forestal monterrey, ubicada en el cantón pujilí, provincia de Cotacachi”*. Latacunga.

Wikipedia. (s.f.). *Bacillus subtilis*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Bacillus_subtilis

wikipedia. (s.f.). *Trichoderma harzianum*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Trichoderma_harzianum

VI. ANEXOS

- **Presupuesto del Experimento**

El presupuesto para ejecutar esta investigación fue de un total de \$ 1624,11 dólares en el siguiente anexo se describe los resultados utilizados.

Anexo 1. Presupuesto del diseño experimental

Actividad	Unidad	Cant	Costo Unit	Costo Total
Análisis de suelo				
Físico químico	Muestra	1	20	20.00
Subtotal				20.00
Preparación de terreno				
Arado	Horas	1	30.00	30.00
Rastra	Horas	1	40.00	40.00
Mano de obra Preparación del terreno	jornal	1	15.00	15.00
Subtotal				105.00
Medición del terreno				
Estacas	Unidad	50	0.25	12.50
Piola	Metros	300	0.01	3.00
Letreros	Unidad	24	3	72.00
Cinta métrica	Unidad	1	5	5.00
Pintura	Unidad	3	3,5	10,5
Mano de obra	Jornal	1	15.00	15.00
Subtotal				117.50
Compra de plántulas	Plántulas	1500	0.25	375.00
Mano de obra de surcado y siembra	Jornales	2	15.00	30.00
Subtotal				405.00
Fertilizantes	Lt	1	18.00	18.00
8-20-20	Kg	4	0.88	3.52
10-30-10	Kg	6	0.70	4.20
Subtotal				25.72
Controladores biológicos				
<i>Trichoderma harzianum</i>	Gr	400	0,125	50,00
<i>Bacillus subtilis</i>	Litro	1	40.00	40.00
Controlador químico				
Iprodione	Litro	1	60	60
Subtotal				150.00
Transporte y viajes				
Viajes a la hacienda	Pasajes	25	2.00	50.00
Subtotal				50.00
Equipos y materiales				
Mulch	Metros	500	0.80	400.00
Manguera JD 1"80 PSI	Metros	25	0.65	16.25
Conector inicial 16 ml L5	Metros	10	0.30	3.00
Cinta de Riego Siplast	Metros	1000	0.11	110.00
Teflón Amarillo	Unidad	2	1.50	3.00
Manguera de 16 mm x 4 mts	Metros	5	0.25	1.25

Abrazadera T-509 2" c/perno	Unidad	1	3.50	3.50
Bushing M/H2"x 1"	Unidad	1	2,25	2.25
Universal PVS 63 mm r/p	Unidad	2	16.00	32.00
Codo PVS 63mm	Unidad	2	5.00	10.00
Tapón 32 mm	Unidad	1	2.75	2.75
Llave de paso	Unidad	1	3.80	3.80
Adaptador	Unidad	3	0.50	0.50
Teflón	Unidad	1	0.40	0.40
Subtotal				588.70
Otros materiales				
Sacos Selva Alegre	Unidad	1	6.40	6,40
Te 1'	Unidad	1	2.20	2.20
Abrazaderas 1'	Unidad	4	1.50	6.00
Subtotal				14.60
Total				1475,92
Imprevistos (10%)				147,60
Total				1624,11

Anexo 2. Medición del terreno



Anexo 3. Elaboración de camas



Anexo 4. Instalación del sistema de riego



Anexo 5. Acolchado de las camas



Anexo 6. Perforación del acolchado



Anexo 7. Trasplante de plántulas de fresa



Anexo 8. Presencias de fruto



Anexo 9. Presencia de *Botrytis cinérea*



Anexo 10. Cosecha y tamaño promedio del fruto cosechado



Anexo 11. Análisis de suelo

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliete: SR. HIDALGO DENNIS

Dirección: Carchi

INFORME DE RESULTADOS

Tipo de cultivo: Sin información

Fecha de Ingreso: 02/09/2015

Fecha emisión: 12/09/2015

N de informe: 35

Total de pago: 2

Identificación usuario		UNIDAD	SR. HIDALGO DENNIS	
Código de laboratorio			LS-02-15	
PARÁMETROS				
pH		NA	6.77	Pn
CONDUCTIVIDAD		dS/m	0.2	Nsal
TEXTURA		% ARENA	64	
		% LIMO	24	
		% ARCILLA	12	
CLASE TEXTURAL		NA	FRANCO ARENOSO	
MACROELEMENTOS	MATERIA ORGÁNICA	%	13.2	A
	NITRÓGENO TOTAL	%	0.7	A
	FOSFORO (ASIMILABLE)	ppm P	0.0	B
	POTASIO (ASIMILABLE)	cmol K/kg	1.0	A
	CALCIO (ASIMILABLE)	cmol Ca/kg	7.2	M
	MAGNESIO (ASIMILABLE)	cmol Mg/kg	2.5	A
	AZUFRE	ppm S	0.0	B
	BORO	ppm B	0.1	B
	HIERRO	ppm Fe	147.0	A
	MANGANESO	Ppm Mn	0.0	M
CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C)		cmol/kg	11.0	M
RELACIÓN ENTRE BASES	Ca/Ma	NA	2.5	Ad
	Mg/K	NA	2.5	B
	Ca+Mg/K	NA	9.5	B

Método Análisis: Fosforo y Potasio: Olsen Modificado+EDTA; Pasta Saturado: Conductividad Eléctrica, Azufre; Mat. Orgánica: Mat. Orgánica: 0.1-0.5 K2Cr207 0.8N; Textura: Hidrómetro Bouyoucos.

Simbología: No Aplica (NA)

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

- **Cronograma**

Anexo 12. Cronograma de la investigación.

Actividades	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
investigación bibliográfica	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Elaboración de perfil de tesis		x	x	x															
Aprobación del perfil de tesis				x															
Adquisición de material					x	x	x												
Diseño y construcción de instalaciones								x	x	X									
Compra de plántulas										X									
Compra de controladores biológicos										X									
Implantaciones de las unidades experimentales											X								
Aplicación de los diferentes tratamientos												X							
Tabulación y análisis de datos													x	x	x				
Presentación del borrador																x			
Solicitud																	x	x	
Defensa																			x