

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación del efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) ”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Tulcan Quilumba Edison Ermel

TUTORA: PhD. García Bolívar Judith Josefina

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante(s) Edison Ermel Tulcan Quilumba con el número de cédula 1003895271 respectivamente ha Desarrollado el Trabajo de Integración Curricular:

“Evaluación del efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) ”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



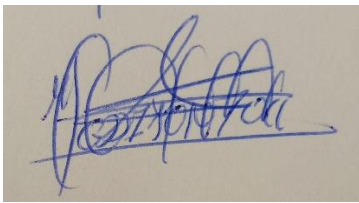
PhD Judith García
TUTOR

Tulcán, Julio de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Tulcan Quilumba Edison Ermel y con cédula de identidad número 1003895271 respectivamente declaro; que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to read 'Edison Ermel Tulcan Quilumba'.

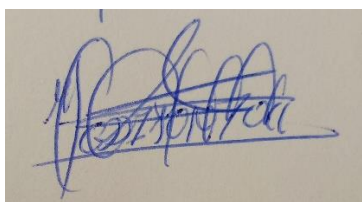
Edison Ermel Tulcan Quilumba

AUTOR

Tulcán, julio de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Tulcan Quilumba Edison Ermel declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) " y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Edison Ermel Tulcan Quilumba
AUTOR

Tulcán, julio de 2023

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar agradeciendo a Dios, por darme la sabiduría, la salud y las fuerzas para poder culminar mi carrera, por haberme guiado por el camino correcto para aprender nuevas cosas y poner en práctica mis habilidades y conocimientos aprendidos durante el transcurso de la carrera.

Mi más sincero agradecimiento a mis padres, Alfonso Tulcan y Laura Quilumba por todo el apoyo y la paciencia, por ser mi motivación y inspiración para alcanzar mis objetivos.

A mis hermanas Yesenia, Maribel, Berta y Herlinda que siempre han estado ahí apoyándome en los buenos y malos momentos.

A mi novia y mamá de mi hija, Alicia Quimbiulco por todo su apoyo y motivación durante todo este proceso.

A mi tutora. PhD Judith García por su paciencia, su invaluable ayuda y orientación, por compartir sus conocimientos y experiencias, por las sugerencias, comentarios y críticas constructivas, que fue de vital importancia para poder culminar mis estudios con éxito.

Finalmente agradezco a la UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI por darme la oportunidad de seguir con mis estudios, crecer académicamente y tener las habilidades y la capacidad para ser un buen profesional.

DEDICATORIA

A Dios por darme la salud y la sabiduría, a mis padres Alfonso Tulcan y Laura Quilumba que han sido la fuente de inspiración para cumplir con mis objetivos, que, con su apoyo incondicional, sus consejos, sus críticas, su paciencia, su amor y motivación han sido parte mi formación y crecimiento profesional, a mi hija Aitana por ser la fuente de motivación para superar los obstáculos y problemas y a mi hermana Yesenia Tulcan porque siempre me apoyado en los momentos más complicados de mi vida.

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4.3. Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1 Control biológico.....	21
2.2.2 La fresa	27
III. METODOLOGÍA	39
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	39
3.1.1. Enfoque.....	39
3.1.2. Tipo de Investigación.....	39
3.2. HIPÓTESIS	39
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	41
3.4 MÉTODOS UTILIZADOS.....	44
3.4.1 Área de estudio	44
3.4.2 Superficie del ensayo.....	44

3.4.3 Distribución de los tratamientos.....	44
3.4.4 Población y muestra.....	45
3.4.5 Factores de estudio	46
3.4.7 Adaptabilidad.....	47
3.4.8 Rendimiento.....	48
3.4.9 Materiales	48
3.4.10 Procedimiento	48
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. RESULTADOS	52
4.1.1 Grados Brix desde el primero al cuarto mes de cosecha.	52
4.1.3 Diámetro y longitud y peso del fruto, desde el segundo al cuarto mes de cosecha.....	55
4.1.4 Incidencia de enfermedades a los 150 y 220 días después de la siembra.....	59
4.1.5 Análisis de rendimiento para cinco meses de cosecha.....	60
4.1.6 Rendimiento en cinco meses de cosecha para cada variedad	64
4.1.7 Relación costo beneficio.....	65
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1. CONCLUSIONES	72
5.2. RECOMENDACIONES	73
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
V. ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía -Trichoderma.....	24
Tabla 2. Taxonomía Bacillus Subtilis.....	26
Tabla 3. Taxonomía de la fresa.....	28
Tabla 4. Dosis de fertilizantes.....	32
Tabla 5. Tratamientos.....	46
Tabla 6. Materiales.....	48
Tabla 7. Análisis Estadístico.....	51
Tabla 8. Análisis de varianza para °Brix.....	52
Tabla 9. Prueba de comparación para °Brix el tercer mes de cosecha.....	53
Tabla 10. Prueba de comparación para °Brix el cuarto mes de cosecha.....	54
Tabla 11. Análisis de varianza del pH de los frutos.....	54
Tabla 12. Análisis de Varianza ancho del fruto en cm.....	55
Tabla 13. Diámetro de fruto en cm en el cuarto mes de cosecha.....	56
Tabla 14. Análisis de Varianza para la longitud del fruto en cm.....	56
Tabla 15. Longitud de fruto en cm en el segundo mes de cosecha.....	57
Tabla 16. Longitud de fruto en cm en el cuarto mes de cosecha.....	58
Tabla 17. Análisis de Varianza para peso de fruto en gramos.....	58
Tabla 18. Análisis de varianza de incidencia de incidencia de Antracnosis.....	60
Tabla 19. Análisis de Varianza para el rendimiento.....	60
Tabla 20. Rendimiento primer mes de cosecha.....	61
Tabla 21. Costo total por tratamiento.....	66
Tabla 22. C/B por tratamiento.....	66
Tabla 23. C/B proyectado a una hectárea.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo.....	44
Figura 2. Incidencia de Botrytis.....	59
Figura 3. Rendimiento primer mes en Kg.....	62
Figura 4. Rendimiento segundo mes en Kg.....	62
Figura 5. Rendimiento tercer mes en Kg.....	63
Figura 6. Rendimiento cuarto mes en Kg.....	64
Figura 7. Rendimiento quinto mes en Kg.....	64
Figura 8. Rendimiento en cinco meses por variedad.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	79
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	80
Anexo 3. Costo de producción.....	82
Anexo 4. Preparación de camas	83
Anexo 5. Colocación de plástico.	84
Anexo 6. Rotulado	84
Anexo 7. Siembra.....	84
Anexo 8. Dos meses y medio después de la plantación.....	84
Anexo 9. Dosis 10g micorrizas.	85
Anexo 10. Dosis 15g micorrizas.	85
Anexo 11. Primeros frutos	85
Anexo 12. Cosecha	85

RESUMEN

En la presente investigación se realizó el estudio de diferentes microorganismos benéficos, Micorrizas, *Bacillus Subtilis* y *Trichoderma Spp* en dos variedades de fresa (*fragaria sp*), San Andrés y Monterrey con un testigo químico, a campo abierto en la provincia de Imbabura cantón Antonio Ante. Se llevó a cabo un diseño experimental completamente al azar, conformado por 10 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 30 unidades experimentales, con dos dosis de 10 y 15 gramos de micorrizas más *Trichoderma* o *Bacillus Subtilis* por planta. Se evaluaron distintos parámetros, tales como la calidad de fruto (pH, Grados brix, peso, diámetro y longitud), la incidencia de enfermedades a los 150 y 220 días, el rendimiento durante los 5 meses de cosecha y el costo beneficio. En Grados Brix se realizaron cuatro muestreos, en el tercer y cuarto muestreo, los tratamientos 4 y 9 mostraron diferencias significativas, con valores de 10,33 y 11,66 °Brix compuesto por 15 gramos de micorriza más *Trichoderma sp* en la variedad San Andrés y Monterrey, en el pH de fruta no se encontraron diferencias estadísticas, en el diámetro de fruto en el tercer muestreo hubo diferencias con el valor más alto de 4,3 cm en el T4, mientras que en la longitud del fruto en el primer y cuarto mes se encontraron diferencias estadísticas con valores mayores en el T4 de 5,33 y 5,66 cm. En el peso de fruto no se encontró diferencias significativas y para la incidencia de enfermedades no se encontraron diferencias estadísticas, pero se pudo ver un efecto positivo de los microorganismos aplicados. En los cuatro últimos meses de cosecha no se encontraron diferencias estadísticas, pero se pudo evidenciar numéricamente que el tratamiento orgánico con mayor producción fue el T1 con 10 g de Micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad San Andrés con 53,75 kg y con respecto a las variedades, se pudo ver una mayor producción en la variedad San Andrés con 262,17 kg. Con relación al costo beneficio el T9 resultó ser el mejor con una rentabilidad de 1,77. En resumen el mejor tratamiento en cuanto a la calidad de fruto es el T4, en rendimiento el T1 y la mejor variedad con relación a la adaptabilidad de la zona fue San Andrés.

Palabras Claves: Micorrizas, *Bacillus Subtilis*, *Trichoderma Spp*, variedades.

ABSTRACT

In the present investigation, the study of different beneficial microorganisms, such as Mycorrhizae, Bacillus Subtilis and Trichoderma Spp was carried out in two varieties of strawberry (fragaria sp), San Andrés and Monterrey with a chemical witness, in open field in the province of Imbabura canton Antonio Ante. A completely randomized experimental design was carried out, consisting of 10 treatments and 3 repetitions with a total of 30 experimental units, with two doses of 10 and 15 grams of mycorrhizae plus Trichoderma or Bacillus Subtilis per plant. Different parameters were evaluated, such as fruit quality (pH, Brix degrees, weight, diameter and length), the incidence of diseases at 150 and 220 days, the yield during the 5 months of harvest and the cost benefit. In Degrees Brix four samplings were carried out, in the third and fourth sampling, treatments 4 and 9 showed significant differences, with values of 10.33 and 11.66 °Brix composed of 15 grams of mycorrhiza plus Trichoderma sp in the San Andrés variety. and Monterrey, in the pH no statistical differences were found, in the diameter of the fruit in the third sampling there were differences with the highest value of 4.3 cm in T4, while in the length of the fruit in the first- and fourth-month statistical differences were found with higher values in T4 of 5.33 and 5.66 cm. No significant differences were found in the weight of the fruit and no statistical differences were found for the incidence of diseases, but a positive effect of the applied microorganisms could be seen. In the last four months of harvest, no statistical differences were found, but it was possible to show numerically that the organic treatment with the highest production was T1 with 10 g of Mycorrhizae plus Bacillus Subtilis in the San Andrés variety with 53.75 kg and with respect to the varieties, a greater production could be seen in the San Andrés variety with 262.17 kg. In relation to the cost benefit, the T9 turned out to be the best, with a profitability of 1.77. In summary, the best treatment in terms of fruit quality is T4, in yield T1 and the best variety in relation to the adaptability of the area was San Andrés.

Key words: Micorrizas, Bacillus Subtilis, Trichoderma Spp, varieties.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la fresa ha significado una de las especies más cultivadas, según Axayacatl en el 2020, China continental es el primer productor mundial de fresas con 3,326,816 ton (37,5%), seguido de Estados Unidos con 1,055,963 ton (11,9%) y Egipto con 597,029 ton (6,7%), estos tres países concentran el 56,2 % de la producción mundial, mientras que el resto se encuentra distribuido entre otros países con un menor porcentaje de producción. Sin embargo, la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos de fresas han ocasionado grandes pérdidas. En algunos países del mundo, buscan alternativas biocontrol con el fin de no depender exclusivamente de productos químicos sintéticos para combatir estas amenazas usando organismos vivos para regular y controlar plagas y enfermedades.

Las características que posee esta fruta ha sido de gran importancia para sus consumidores, debido a sus propiedades organolépticas, antioxidantes y compuestos bioactivos que ayudan en la disminución de enfermedades cardiovasculares y genera defensas protectoras contra el cáncer y diabetes tipo 2 según como lo expone Méndez, (2021).

Ecuador no hace la excepción, según Cartagena & Terán (2016) la fresa ha demostrado ser un importante cultivo a nivel de progreso en el Ecuador, gracias al microclima que posee la zona centro del país favoreciendo a las características ambientales requeridas por este cultivo, estando sembrado en zonas ubicadas entre los 1,300 y 2,600 msnm, presentando el mayor nivel de producción en las provincias de Pichincha y Tungurahua, con áreas de 400 y 240 hectáreas. (Garces, 2021)

En la provincia de Imbabura, Ibadango (2017) indica que este cultivo está localizado en las zonas de Otavalo, San Pablo, González Suárez y San Rafael donde se encuentra la mayor parte de producción, sin embargo, existen factores que afectan a los productores, tales como elevados costos de producción, presencia de plagas y enfermedades que causan problemas muy severos y falta de capacitación adecuada para el manejo del cultivo.

Según como explica GPI (2020), el cantón Antonio Ante tiene características agroecológicas óptimas que favorecen a establecer varios tipos de cultivos frutales, pero por la falta de conocimiento o capacitación, los agricultores han venido

manejando cultivos convencionales de la zona, tales como maíz, frejol entre otros, con usos exagerados de productos químicos que afectan a la salud de los consumidores y al ambiente.

Por ello en la presente investigación, se implementó el cultivo de fresa en la zona Antonio Ante con el fin de ver su comportamiento a nivel de adaptabilidad de dos variedades, producción y calidad de fruto, con alternativas de biocontrol sostenibles y amigables con el ambiente y sobre todo con los consumidores

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad en la zona de Imbabura, el cultivo de fresa se ha ido extendiendo en grandes superficies, siendo un cultivo con alta demanda para el sustento económico de muchos agricultores, pero la presencia de plagas y enfermedades han sido uno de los problemas más complicados, afectando a muchos cultivos, debido a esto se realizan controles con productos altamente tóxicos y con altos costos.

Según como explican Martínez *et al.*, en el 2019, con el uso inadecuado de productos químicos existe una alta toxicidad aguda capaz de causar daños a la salud a corto plazo, o una toxicidad crónica con efectos a largo plazo, pudiendo favorecer al incremento de enfermedades como el cáncer, mutaciones genéticas, o daños a la reproducción con alteraciones hormonales en las personas.

Mientras que Cárdenas en el 2014, indica que existen agroquímicos en contra de fitopatógenos de carácter tóxico y algunos de amplio espectro con franja roja altamente persistentes que resultan totalmente venenosos y tóxicos para la salud humana, animal y el ambiente; el uso continuo e indiscriminado hacen que ciertos patógenos, en especial insectos y hongos, creen resistencia a estos productos. En la actualidad la mayoría de nuestros agricultores no están capacitados o no tienen conocimiento suficiente de los graves efectos que están provocando estos productos en su salud y en el ambiente.

Según como explica FAO en el 2015, los insecticidas, herbicidas y fungicidas provocan la contaminación del agua dulce con compuestos carcinógenos y otros venenos que afectan al ser humano y a muchas formas de vida silvestre, así también reducen la biodiversidad existente y las especies nativas existentes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El uso excesivo de químicos en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de fresa trae consecuencias muy graves afectando a la salud de las personas, así como a la contaminación del suelo y del ambiente

1.3. JUSTIFICACIÓN

El uso de microorganismos benéficos se ha convertido en una alternativa propicia para mejorar la calidad del suelo, de las plantas y de los alimentos, sin efectos negativos para la salud de los consumidores, el uso de *Bacillus Subtilis*, *Trichoderma* y micorrizas pueden ayudar a mejorar las necesidades de nutrientes en el suelo y a reducir el uso excesivo de productos químicos debido a sus diferentes mecanismos de acción contra enfermedades.

Es importante conocer la utilización de *Trichoderma* como agente de control biológico contra varias enfermedades, la cual utiliza múltiples mecanismos de acción, tales como la antibiosis, mico parasitismo y la competencia por espacio y nutrientes, según Hernández *et al.* En el 2019, varias especies de *Trichoderma* se han utilizado en sistemas acoplados de fermentación en sustratos sólidos o cultivos. Amerio *et al.* (2020) expone que se podrían sustituir o disminuir el uso de agroquímicos que se aplican en los cultivos actualmente, en concentraciones que son perjudiciales a la salud humana y dañan al ambiente.

Con el uso inadecuado de productos químicos los patógenos han aumentado las resistencias a los agroquímicos y además quedan residuos de estos productos en los alimentos. Nagua en el 2016, explica sobre la alternativa de biocontrol de la bacteria *Bacillus Subtilis* que produce una amplia gama de compuestos con propiedades antifúngicas, los mecanismos de acción como la antibiosis, competencia, inducción de resistencia y promotor de crecimiento. Entre los mecanismos de acción de los compuestos antifúngicos está la inflamación anormal de las hifas, lisis y degradación completa de la punta de las hifas, además la interferencia de las germinaciones de conidios y esclerocios causando así la muerte del patógeno, siendo una de las alternativas de control de control biológico contra enfermedades.

Por su parte, en una publicación realizada por SADR en el 2020, indican que las micorrizas son hongos que pueden ser usados como biofertilizante donde sugieren que el uso de microorganismos son una opción para que el productor aumente su productividad y mejore la nutrición del suelo, así también reduzca los costos de producción y disminuya la contaminación del suelo.

Conocido lo anterior, se propuso en la presente investigación promover el uso de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa, como alternativas que ayudan a mejorar el rendimiento y la calidad de fruto, utilizando prácticas de control biológico que reduzcan el uso de agroquímicos que afectan la salud de las personas y la contaminación del ambiente.

La selección de las variedades es indispensable para tener una buena producción, en la zona de Antonio Ante no existen estudios que determinen la mejor variedad de acorde a la condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, por ello, en la presente investigación se planteó usar dos variedades de fresa, San Andrés y Monterrey, con el fin de observar su adaptabilidad, comparándolas en relación con resistencia a plagas y enfermedades, rendimiento y calidad de fruto.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar dos variedades de fresa (*Fragaria sp*) bajo el efecto de microorganismos benéficos (*Trichoderma*, *Bacillus Subtilis* y Micorrizas).

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar la adaptabilidad de las dos variedades de fresa a 2450 msnm.

Analizar la incidencia de enfermedades en los diferentes tratamientos durante el ciclo productivo.

Determinar el mejor rendimiento del cultivo de fresa bajo la estimulación los microorganismos aplicados.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué efecto se pudo observar en el cultivo de fresa con la aplicación de microorganismos benéficos?

¿Cuál variedad es más resistente a enfermedades?

¿Existen diferencias en el rendimiento con la aplicación de los diferentes microorganismos, así como en cada variedad?

¿Qué variedad se adapta mejor a la zona cultivada?

¿Qué diferencias se pudo observar en grados Brix, así como en el pH de la fruta?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Matute en el 2019, realizó una investigación sobre el control biológico donde evaluó la eficiencia de algunas cepas de hongos como agentes de biocontrol de enfermedades, en donde aplicó cepas de *Trichoderma Harzanium*. Los resultados demostraron la eficiencia de los tratamientos, así como la disminución de los daños causados por *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa.

Hidalgo en el 2016, investigó *Trichoderma Harzanium* y *Bacillus Subtilis* frente a un testigo químico en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) donde evaluó la incidencia de *Botritis cinérea* en la fase de desarrollo y productiva. Los resultados obtenidos evidenciaron que el tratamiento con producto químico demostró ser el más efectivo, neutralizando la incidencia de la acción patogénica del hongo (*Botrytis cinérea*) mientras que el tratamiento con *Trichoderma Harzanium* al 125% probó ser el más efectivo, controlando por completo la severidad del patógeno en el cultivo; en rendimiento de fruto según la calidad, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas.

Veloza (2016) implementó un ensayo empleando un diseño de bloques completamente al azar, con 40 unidades experimentales con un total de 1200 plantas de fresa. Las variables evaluadas fueron el crecimiento, por lo cual se analizó un índice de IAF, así como el rendimiento con una producción de g/planta, peso de frutos y grados brix. Los resultados fueron efectivos con los organismos utilizados para la variable índice de área foliar superando al testigo y en las variables rendimiento y grados Brix no se encontraron diferencias significativas.

Se realizó una investigación, la primera fase en la provincia del Azuay – Ecuador, la segunda en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en Lima – Perú donde inocularon en el suelo una especie de consorcio microbiano, levaduras, *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.*, y actinomicetos y después se plantó fresa, en donde

se logró comprobar que, según la procedencia, los microorganismos presentan efectos heterogéneos en el desarrollo vegetativo de las plantas, se concluyó que en cada piso altitudinal existen la presencia de microorganismos benéficos conforme con cada especie vegetal, la inoculación en el suelo ayudó a aumentar el número de hojas, así como también favoreció el desarrollo longitudinal, diametral y de raíces en las plantas de fresa (Álvarez *et al.* 2018)

Morillo en el 2016, propone una alternativa al buen manejo sanitario del cultivo de fresa aplicando una cepa de biocontrol y estimulante de crecimiento nativa de *Trichoderma Spp.* Efectuó un ensayo en un invernadero con dos variedades de fresa y cuatro tratamientos donde se evaluó la sanidad y el rendimiento (kg/ha) del cultivo donde logró obtener una óptima sanidad durante el mismo, y en postcosecha, probó una acción positiva de las aplicaciones de *Trichoderma Spp.*, en el rendimiento y la recuperación de las plantas por situación de estrés.

Martinez en el 2018, evaluó el hongo *Trichoderma Spp.* como bioestimulante de crecimiento donde logró obtener resultados que muestran diferencias estadísticas significativas en los índices de eficiencia fisiológica al conseguir con el tratamiento 1, los mayores valores de TCC y TAN 0,171 y 3,30 g. m² día⁻¹, y una diferencia de 0,121 y 0,80 g.m² día⁻¹ con relación al testigo; los resultados sugieren una acción efectiva de *Trichoderma Spp.* como promotor de crecimiento vegetal.

Se realizó una investigación en cultivares de fresa en ausencia y presencia de inoculación con hongos micorrícicos, para determinar si difieren en su rendimiento hortícola. Los tratamientos implementados fueron delineados en un esquema bifactorial, con un diseño en bloques al azar, con tres repeticiones. El sistema de raíces del cultivar Albión mostró la mayor colonización de micorrizas donde se pudo concluir que el uso de hongos micorrícicos mejora los niveles de flavonoides totales en frutos y en sistema de raíces la variedad Albión tiene una mayor colonización micorrícica. (Trevizan *et al.* 2021)

Torres en el 2016, realizó una investigación usando Bacterias, Trichodermas y endomicorrizas en el cultivo e fresa (*Fragaria sp*) donde evaluaron variables de crecimiento (Índice de área foliar), calidad (Grados Brix) y rendimiento (Número de frutos y peso del fruto) donde demostró que el índice de área foliar (IAF) fue mayor con el tratamiento de Endomicorrizas con bacterias (*Bacillus Subtilis*) a diferencia del

testigo, todos los tratamientos con Endomicorrizas fueron superiores en las variables de crecimiento y relacionado con el rendimiento, el número de gramos totales se vio afectado positivamente en los tratamientos y en las mezclas donde fue aplicado Endomicorrizas con bacterias y *Trichoderma*.

En una investigación realizada por Mora *et al.* (2022), utilizaron métodos de control biológico frente agentes patógenos, con el objetivo de reemplazar los métodos tradicionales que son perjudiciales para el ecosistema y la salud. Investigaron el posible potencial de *Bacillus Subtilis* y *Bacillus Megaterium* para ser utilizado como agente antagonista ante un patógeno en plantas de fresa (*Fragaria anannassa*). El uso de *Bacillus pumilus* y *Bacillus amyloliquefaciens* resultó perjudicial en el crecimiento de las plantas donde presentó una tasa de muerte de las hojas y en algunos casos la muerte total de la planta.

Se realizó un experimento en la finca Camacho del municipio de Pamplona Norte de Santander, Colombia, donde se utilizó un diseño de bloques al azar en donde se identificaron enfermedades foliares más importantes de la fresa, tales como *Ramularia tulasnei*, *Colletotrichum sp.*, *Botrytis cinerea* y *Xanthomonas fragariae* donde se realizó biopreparados Caldo rizósfera y Microorganismos Eficientes (ME) en donde los bioproductos Caldo Rizósfera y ME mostraron resultados similares que el control químico, donde la pudrición por *Botrytis*, la mancha por *Xanthomonas*, y la antracnosis en hojas, flores y frutos, los niveles de incidencia de esta enfermedad estuvieron entre 46 y 55 % en flores y entre 56 y 63 % en frutos. En los biopreparados Caldo Rizósfera y ME resultados superiores al tratamiento químico con Dithane para mantener a la mancha por *Ramularia* en niveles de severidad aceptables, al igual que a la mancha bacteriana y pudrición por *Botrytis*, se logró tener resultados similares que el control químico contra la antracnosis en hojas, flores y frutos, sin embargo, los niveles de incidencia en flores y frutos de la antracnosis no son los deseados. (Castellanos *et al.* 2020)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Control biológico

El control biológico se basa en la reducción de la densidad o actividades productoras de enfermedades en contra de un patógeno o parásito, en su estado activo o

durmiente, lograda de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, del hospedero o de antagonistas del patógeno o plaga que se requiere controlar que abarca prácticamente a todo tipo de control, restringiendo el uso de productos químicos para su control (Gerron, 2016)

El bio control hace referencia al uso de diferentes organismos, compuestos o extractos, solos o en combinación, con el potencial de reducir los problemas nocivos de las poblaciones causantes de enfermedades para el crecimiento o rendimiento de los cultivos. Esta planificación de manejo de fitopatógenos requiere en gran medida de la relación entre la planta, el patógeno, el organismo de control biológico y el medio ambiente. El principal objetivo del uso de microorganismos en el control biológico es restringir el uso de agroquímicos y reducir la presencia de patógenos en los cultivos de una manera amigable con el ambiente. (Moreno, 2019)

Para lograr los objetivos de control biológico en los cultivos, los bio controladores deben tener la capacidad de sobrevivir y prosperar en los ambientes de las plantas susceptibles a los patógenos vegetales. Teniendo en cuenta que muchas enfermedades causadas por patógenos se dan en la biosfera, por lo tanto, es importante conocer la interacción física y química con las plantas que interactúan con los controladores biológicos, así como reguladores y anfitriones. Los microorganismos seleccionados como bio controladores deben ser metabólicamente activos para que puedan ejercer un efecto protector directa o indirectamente compitiendo por espacio o nutrientes o estimulando las defensas de las plantas a producir metabolitos o enzimas que inhiban el crecimiento de patógenos. (Moreno, 2019)

2.2.1.2 Micorrizas

Las micorrizas son las relaciones simbióticas entre los hongos y las raíces de las plantas vasculares. El papel fundamental de las micorrizas es de vital importancia a lo largo de las etapas vegetativas de las plantas. Gracias a las micorrizas, el desarrollo simbiótico de la planta sucede de una manera satisfactoria, en donde se benefician, tanto el hongo como la planta. Por otro lado, las raíces producen azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y otras sustancias orgánicas que benefician a los hongos de tal manera los hongos convierten los minerales del suelo y materias en descomposición en formas asimilables por las raíces de la planta (Symborg, 2022)

Según Intagri (2017), se sabe que desde la década de 1990 aumentaban la absorción de fosfato por parte de los transportadores presentes en sus membranas, también se ha encontrado que la inducción de estos transportadores de fosfato activa la expresión de los transportadores de nitrógeno, al tiempo que aumenta la absorción de nitrógeno y fósforo por parte de las plantas. Además de estos nutrientes, se ha demostrado que mejoran la absorción de azufre, y algunas personas incluso sospechan que pueden estimular la absorción de iones de potasio en estudios recientes han demostrado que no solo pueden aumentar su rendimiento sino también su calidad debido a su influencia en micronutrientes como el zinc, el cobre, el manganeso y el hierro.

2.2.1.1 *Trichoderma Spp.*

Es un hongo cosmopolita cuya importancia se radica en la capacidad para adaptarse y producir metabolitos como enzimas, compuestos, promotores del crecimiento vegetal y compuestos de interés biotecnológico y ambiental, se utiliza como agente de control frente a hongos fitopatógenos gracias a su mecanismo de acción destacando la resistencia a bacterias mico parasitismo competencia espacial de nutrientes y producción de metabolitos secundarios, Hernández en el 2019 utilizó algunas especies de *Trichoderma Spp* en sistemas de fermentación combinado sobre sustratos sólidos o cultivos sumergidos para degradar los residuos lignocelulósicos y producir energía alternativa como el etanol. Los biorreactores en el sistema de fermentación optimizan las condiciones de cultivo para inducir a la generación de biomasa y metabolitos y en la tabla 1 se presenta sus características taxonómicas.

Tabla 1. Taxonomía -*Trichoderma*

Taxonomía	
Reino	Fungí
División	<i>Ascomycota</i>
Subdivisión	<i>Pezizomycotina</i>
Clase	<i>Sordariomycetes</i>
Orden	<i>Hypocreales</i>
Familia	<i>Hypocreaceae</i>
Genero	<i>Trichoderma</i>
Especie	<i>Trichoderma Spp</i>

Fuente: (Alarcon et al., 2009)

Martínez en el 2013 afirma que estudios realizados a niveles celular y molecular explican la diversidad de vías y mecanismos de acción de este hongo, así mismo se descubrió, que algunas cepas de *Trichoderma* pueden activar un mecanismo nativo de defensa en las plantas, conocido como Inducción de Resistencia Sistémica. Por ello se supone que puedan controlar a patógenos distantes del lugar donde se encuentra físicamente el antagonista.

2.2.1.1.1 Mecanismo de acción

Según Infante *et al.* (2009) existen algunos mecanismos de acción en el bio control de *Trichoderma* para controlar el crecimiento de hongos fitopatógenos. Entre las principales características, la competencia por espacio y los nutrientes, el parasitismo bacteriano y la actividad antimicrobiana, que tienen un resultado directo sobre los hongos de las plantas, estos son los principales mecanismos que facilitan la entrada de las cepas de *Trichoderma Spp* en las plantas vivas, por lo tanto, se sabe que *Trichoderma Spp* exhibe otros mecanismos, como los efectos biorreguladores indirectos, entre otros como inducir a las defensas fisiológicas y bioquímicas, así también la activación de compuestos relacionados con la resistencia de las plantas.

Competencia

Esto se define como el comportamiento desigual de dos o más organismos frente a la misma necesidad que puede ser de sustrato, nutrientes o espacio, siempre que el uso de este comportamiento por parte de un organismo reduzca la cantidad o espacio disponible para otros organismos. Este antagonismo está relacionado, por un lado, por la plasticidad ecológica, las tasas de crecimiento y el desarrollo de agentes

de bio control, por otro lado, factores externos como el tipo de suelo, el pH, la temperatura y la humedad. (Infante *et al.* 2009)

Mico parasitismo

Según Infante *et al.*, en el 2009 se define como una relación simbiótica antagónica entre organismos en la que normalmente están involucradas enzimas extracelulares tales como la quitinasa y la celulasa que corresponden a la composición y estructura de la pared celular del hongo parásito, en el parasitismo, las especies de *Trichoderma* crecen químicamente hacia el huésped, adhiriéndose a sus hifas, a menudo atrapándolas y en algunos casos infiltrándose en ellas.

2.2.1.1.2 Producto comercial utilizado

Trichotic, es producido por Ecuaplantas, contiene cepas de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma rossicum*, *Trichoderma brevicompactum*, *Trichoderma cremeun*, *Trichoderma stomaticum*, *Trichoderma Ovalisporum* y *Trichoderma theobramicola*, sus ventajas de poder antagonista frente a un gran número de patógenos que afectan a los cultivos, su característica principal es la inhibición del crecimiento microbiano actuando como antibióticos naturales, previniendo múltiples enfermedades tales como *Botritis Cinérea*, *Sclerotinia*, *Cusarium*, *Rhizoctonia* entre otras especies de hongos patógenos que afectan a los cultivos.

2.2.1.3 *Bacillus Subtilis*

Bacillus Subtilis es un microorganismo caracterizado por un modelo de división celular, la secreción de proteínas, motilidad de la superficie, desarrollo de biopelículas, y la unión a la raíz de la planta o las hifas fúngicas, o la producción de metabolitos secundarios, y el intercambio de citoplasma a través de nanotubos intercelulares según como explica Kovacs en el 2019 y en la tabla 2 se puede observar las características taxonómicas.

Tabla 2. Taxonomía *Bacillus Subtilis*

Taxonomía	
Dominio	Bacteria
Filo	Firmicutes
Clase	Bacili
Orden	Bacillales
Familia	<u>Bacillaceae</u>
Genero	Bacillus
Especie	<i>Bacillus Subtilis</i>

Fuente: (Kovacs, 2019)

Bacillus Subtilis se ha convertido en una de las especies más estudiadas del género *Bacillus* gracias a su característica de competencia natural para la absorción de ADN extracelular que facilita la modificación genética, las esporas latentes pueden sobrevivir en circunstancias adversas como altas temperaturas, desecación, radiación UV, depredación por microorganismos y macroorganismos, o incluso condiciones extraterrestres. *Bacillus Subtilis* sus aplicaciones son varias tales como la producción de enzimas, la fermentación de alimentos hasta el control biológico de plantas actuando ante diferentes enfermedades.

2.2.1.3.1 Mecanismo de acción

Perlaza *et al.* (2020) estudio algunas especies de *Bacillus* que son reconocidos como pesticidas biológicos que forman estructuras resistentes llamadas endosporas que les permiten sobrevivir en ambientes hostiles y se encuentran en casi todos los agroecosistemas. Estos microorganismos han sido reportados como una alternativa al uso de agroquímicos.

Producción de lipopéptidos

Villarreal *et al.* (2018) indica que una de las propiedades más importantes del género *Bacillus* es la capacidad de producir una cierta variedad de antibióticos con capacidad de inhibir el crecimiento de agentes fitopatógenos, entre éstos, los lipopéptidos cíclicos no ribosomales.

Producción de enzimas líficas

La producción de enzimas involucradas en la degradación de la pared celular de agentes patógenos es uno de los principales mecanismos de control biológico que más se ha reportado, especialmente contra patógenos de origen fúngico. La pared celular de hongos está conformada por glicoproteínas, polisacáridos y otros componentes que varían según la especie fúngica. (Villarreal *et al.* 2018)

2.2.1.3.2 Producto comercial utilizado

Rhapsody, formulado por Bayer, es una cepa QST 713 de *Bacillus Subtilis* es compatible con los diferentes plaguicidas, foliares y bio estimulantes su mecanismo de acción se basa en la perforación de la membrana celular del patógeno, de esta manera ocasiona su muerte y por otro lado inhibe las formaciones del tubo germinativo evitando la germinación de esporas y previniendo la colonización y su esporulación.

2.2.2 La fresa

Es un fruto succulento, con características organolépticas únicas, de color rojo con un aroma muy especial, es muy aceptado por los consumidores debido a sus múltiples beneficios que esta fruta posee.

2.2.2.1 Origen e historia de la fresa

El cultivo de fresa tiene como origen del (siglo XIX), pero entre las distintas plantas adaptadas a variados climas son nativas de casi todo el mundo, excepto África, Asia y Nueva Zelanda en aquellos tiempos también se producía *Fragaria moschata* que se diferenciaba por tener un buen desarrollo y frutos característicos de olor a almizcle. Del cruzamiento de especies *F. Chiloensis* L. con *Fragaria virginiana* Duch se logró obtener plantas que daban mejores rendimientos y su fruto era de buena calidad y muy característico por ser una fruta grande estos han sido clasificados como *Fragaria* x *Ananassa* de especie híbrida que a partir de esta se han desarrollado las variedades actualmente son cultivadas. (Hernandez, 2004)

Las fresas son una de las frutas más consumidas, están compuestas principalmente de agua (89%), aproximadamente un 7% de carbohidratos, más los azúcares fructosa, glucosa y xilitol, son bajas en calorías hay alrededor de 36 calorías por cada 100

gramos también se caracteriza por ser rica en vitamina C, que ayuda a mantener fuerte el sistema inmunitario y protege las células del daño oxidativo que liberan los radicales libres. Las fresas están repletas de fibra, antioxidantes, vitaminas y minerales que ayudan a mantener el intestino sano. Además de las proteínas y el hierro, los antioxidantes te ayudan a absorber nutrientes importantes y la fibra juega un papel importante en la regulación de la digestión. En la tabla 3 se visualizan las características taxonómicas de esta planta.

2.2.2.2 Taxonomía y morfología

Tabla 3. Taxonomía de la fresa

Taxonomía	
Reino	Vegetal
División	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Familia	Rosáceas
Sub-Familia	Rosioideas
Tribu	Potentiles
Especie	<i>Fragaria sp</i>

Fuente: (Trejo, 2016)

2.2.2.2.1 Sistema radicular

Está compuesto de un sistema radicular fasciculado, que está compuesto por raíces primarias y secundarias, las primarias presentan un cambio vascular y suberoso, mientras tanto que las raíces secundarias carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto las raíces secundarias tienen la característica de ser raíces muy finas que se desarrollan a partir de las raíces primarias y absorben agua y nutrientes del suelo para la planta. (Sánchez, 2015)

2.2.2.2.2 Estolón

Son tallos y hojas vegetativas de la planta que crecen a través de la superficie del suelo y por lo tanto se desarrollan nuevas plantas con las mismas características de la planta madre, esta es una respuesta natural de la planta, de esta manera la planta de la fresa genera estolones en la fase de desarrollo por donde se da el proceso de propagación. (Sánchez, 2015)

2.2.2.2.3 Hojas

Las hojas de la fresa están típicamente compuestas por tres folíolos, estas hojas crecen en un patrón espiral con las hojas más nuevas en el centro de la espiral estas hojas se forman durante toda la temporada de crecimiento, cada 8-12 días los nutrientes que circulan dentro de la planta viajan hacia las hojas más nuevas para ayudar en su desarrollo, las hojas maduras permanecerán vivas en la planta por varios meses. (Sánchez, 2015)

Las hojas participan en varios procesos y funciones de la planta como captar la energía en la forma de luz solar, para producir azúcares, los azúcares son trasladados o movidos dentro de la planta, ayuda también para la respiración convierte los azúcares en energía y protegen al nuevo crecimiento contra la luz del sol protegen al suelo alrededor de la planta ayudando a retener la humedad. En la transpiración libera agua hacia la atmósfera para ayudar a refrescar la planta en donde en el proceso de transpiración se lleva a cabo cuando se abre la estoma de las hojas. (Sánchez, 2015)

2.2.2.2.4 Flores

Las flores se originan de las yemas auxiliares, desarrollándose en ramilletes que crecen fuera de la bráctea la flor primaria es la primera flor que se forma y las flores secundarias se desarrollan bajo la flor primaria la polinización se da por acción del viento, por lo que las abejas no son necesarias para la polinización, aunque sí ayudan en la polinización cruzada el polen de otra planta de fresa fertiliza a otra. El polen de los estambres es soplado sobre los pistilos y el desarrollo de la flor hasta la madurez toma de 4 a 8 semanas, dependiendo en la temperatura de la planta. (Sánchez, 2015)

2.2.2.2.5 Fruto

Se desarrollan 5-6 frutas por encima de cada bráctea, son de color rojo de tamaño puede ser variado dependiendo de la variedad, el tamaño de la fruta puede ser dañada por varios factores tales como cortos períodos de heladas, falta de humedad en el suelo y daños causados por las plagas debido a que el daño puede ocurrir cuando las flores y las frutas se encuentran en diferentes etapas de desarrollo en la

planta, en donde una sola incidencia puede causar que la producción sea reducida hasta por 8 semanas. (Sánchez, 2015)

2.2.2.3 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.2.3.1 Clima

El rango óptimo de temperatura oscila entre los 15-20°C de media anual en donde temperaturas por debajo de 12°C durante el cuajado puede dar lugar a frutos deformados por el frío. Un periodo prolongado de tiempo muy caluroso >25°C, puede originar una maduración y coloración del fruto demasiado rápida, por lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización. Proain en el 2020 expone que las variedades responden al largo del día horas de luz, frío recibido antes de la plantación, temperatura durante el desarrollo vegetativo y floración, que incidirá en el rendimiento final. El rango óptimo de humedad relativa oscila entre el 65 y 70% y si la presencia de humedad es excesiva, favorece la presencia de enfermedades, mientras que, si es deficiente, provoca daños en la producción.

2.2.2.3.2 Suelo

La planta de frutilla se adapta bien a los suelos de textura franco-franco arenosa, con buen drenaje, con una profundidad mayor a 80 cm. En suelos livianos o arenosos la temperatura aumenta fácilmente, por lo que la producción de fruta es anticipada, en cambio en un suelo arcilloso y con menos contenido de aire la temperatura es más baja y, por ende, la fructificación es más tardía. (Proain, 2020)

2.2.2.4 Prácticas culturales

2.2.2.4.1 Preparación del terreno

Antes de realizar la plantación necesitamos hacer una preparación del terreno que me garantice las características necesarias que requiere este cultivo, así como un adecuado contenido de materia orgánica, en donde es importante realizar unas dos rastradas con el fin de que el suelo este apto para la siembra, así también es de relevancia realizar una desinfección de suelo con el fin de eliminar cualquier patógeno que pueda afectar el terreno para la siembra.

2.2.2.4.2 Cobertura

Es importante la colocación de coberturas ya que ayuda a transferir la temperatura de la cobertura hacia el suelo, la cobertura tiene el potencial de afectar la temperatura del suelo, las camas son preparadas uniformemente, en donde se puede instalar la cobertura estirándola para una mejor transferencia de calor la cobertura ayuda a regular la temperatura del suelo para influenciar el momento oportuno para el desarrollo y madurez de la fruta en donde protege a las flores y frutas contra el suelo y los problemas relacionados a las enfermedades y conserva la humedad del suelo (Sánchez, 2015)

En la cobertura los colores influyen mucho, por lo general se utiliza de color negro, blanco y verde, el color negro absorbe el calor mientras que el color blanco refleja el calor, las coberturas de colores absorben menos calor que las de color negro, la luz que es reflejada por la cobertura es reflejada de nuevo hacia el follaje de la planta y en general las coberturas de color puede afectar el crecimiento de la planta y el crecimiento de la fruta y también la cobertura de colores puede caracterizarse por atraer a diferentes plagas o insectos benéficos hacia la planta . (Sánchez, 2015)

2.2.2.4.3 Plantación

A la hora de llevar a cabo la plantación, es muy importante determinar el frío requerido por cada variedad, el marco de plantación suele ser de 25-30cm entre hileras y 25-30cm entre plantas. Tras la plantación, es conveniente realizar varios riegos para que las plántulas enraícen correctamente. (Infoagro)

2.2.2.4.4 Riego

Ibadango (2017) explica que los sistemas de riego utilizados dependerá de los sistemas de producción que se manejen ya pueden ser empíricos, semitécnificado y tecnificados que van desde un manual con regadera hasta el más sofisticado con controladores automáticos de dosificación de nutrientes, pH y programador automático de riego. En caso de regar por gravedad, deberá tener suficiente altura para lograr una buena presión en los goteros, y si se riega utilizando una bomba el tanque puede ser subterráneo y sobre todo que no afecte a la planta y se mantenga en las condiciones de humedad adecuadas.

2.2.2.4.5 Fertilización

La adición de fertilizante debe realizarse en diferentes etapas morfológicas del trasplante, el fertilizante debe ser incorporado en la parte superior de la planta para lograr una buena absorción de nutrientes y para mejorar el crecimiento de la planta, la tabla 4 se puede distinguir los diferentes fertilizantes aplicar y sus dosis recomendadas.

Tabla 4. Dosis de fertilizantes

Elemento	Dosis
Nitrógeno	90 kg/ha
Fosforo	14 kg/ha
Potasio	80 kg/ha
Calcio	65 kg/ha
Magnesio	14 kg/ha

Fuente: (Rivadeneira,2016)

2.2.2.4.6 Podas

Es importante realizar la poda ya que nos asegura que las plantas tengan una buena capacidad fotosintética a través de la luz, también ayuda a reducir la cantidad de ramas improductivas, hay distintos tipos de podas uno de ellos el más importante para la formación de la planta es eliminar las flores falsas que se presentan en el primer mes de plantación para que la planta evolucione de forma favorable. (Bellido, 2022)

2.2.2.4.7 Cosecha

Ibadango en el (2017) expone que la cosecha se realiza periódicamente por la plantación donde se arrancan los frutos de acuerdo con el mercado, Los frutos tienen que conservar el cáliz y una pequeña parte del pedúnculo. El jorna arranca el fruto, tomando el pedúnculo entre los dedos índice y pulgar ejerciendo una ligera fuerza con la uña y efectuando un rápido movimiento de torsión y corte, los frutos se colocan en gavetas o baldes plásticas que los jornales llevan a sus espaldas, las mismas que luego de llenarlas son llevadas a los sitios de acopio en el campo. La fresa es un fruto no climatérico, en el que se da un paulatino descenso en la producción de etileno durante su desarrollo, por ende, es muy importante el manejo en postcosecha para mantener su calidad y poder comercializar.

2.2.2.5 Plagas y enfermedades

2.2.2.5.1 Plagas

Chinche (*Lygus Lygus spp*)

El chinche puede llegar a dañar el tejido vegetal con sus partes bucales puntiagudas y se alimenta de la savia de la planta. Este tipo de alimentación causa daño a los achenios semillas que resulta en la deformación de la fruta. Los frutos deformados o con "cara de gato" no se pueden ser comercializados. (Bolda & Dara, 2015)

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Se alimentan de la parte inferior de las hojas, raspan el tejido y chupan la savia. Esto reduce el rendimiento y calidad de los frutos. Los síntomas iniciales incluyen puntos de color amarillo en las hojas, además de cicatrización y bronceado. También se pueden ver telas con la infestación. En los casos graves, las hojas se secan y las plantas mueren eventualmente. (Bolda & Dara, 2015)

Ácaro Ciclamen (*Phytonemus pallidus*)

Los ácaros se encuentran generalmente en la nervadura central de las hojas sin abrir y bajo el cáliz de las yemas florales. Los síntomas principales incluyen arrugamiento de las hojas emergentes que resulta en una masa compacta de hojas en la región de la corona. Los daños graves resultan en un crecimiento reducido, marchitamiento de las flores y frutos pequeños. Si no se controlan las infestaciones las plantas llegan a tener deficiencias para producir el fruto. (Bolda & Dara, 2015)

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Se alimentan perforando y raspando las células vegetales y chupando el contenido, lo que resulta en un colapso celular estos se alimentan de hojas, inflorescencias y frutos. Presentando una decoloración de color marrón en los frutos así afectando a la calidad y muchas veces estos frutos no pueden ser comercializados. (Bolda & Dara, 2015)

Mosca blanca de invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*)

Esta plaga se alimenta del jugo de las plantas y reducen el vigor de la planta y los rendimientos cuando están en grandes cantidades. Los adultos secretan una melaza que promueve el crecimiento de moho negro que reduce aún más la calidad de la fruta. (Bolda & Dara, 2015)

2.2.2.4.2 Enfermedades

Moho Gris (*Botritis cinérea*)

Es un hongo que infecta pétalos, tallos y frutos, se forma principalmente en hojas y flores que han sido dañadas por condiciones ambientales o daños mecánicos. Las hojas recién infectadas suelen ser asintomáticas porque el hongo está inactivo y a medida que el hongo madura, se vuelve activo y produce una capa gris suave en el tejido de la hoja muerta. Los patógenos producidos en estos tejidos se propagan a otras flores y frutos susceptibles, especialmente a las flores jóvenes. Las flores infectadas tienen lesiones marrones en los pétalos y tallos de las flores, los síntomas más característicos se pueden observar en la pudrición del fruto. (Cruz, 2018)

Mancha Angular de la hoja Provocada por la bacteria (*Xantomonas fragariae*)

La infección comienza como pequeñas lesiones acuosas en la parte inferior de la hoja, las cuales crecen hasta convertirse en áreas translúcidas entre las venas, que exudan líquido bacterial, el exudado parece como una película blancuzca y a medida que avanza la enfermedad, aparecen manchas café-rojizas en la parte superior de la hoja, que corresponden a las lesiones en la parte inferior. Estas manchas terminan necrotizándose y las áreas infectadas muestran márgenes amarillentos. (Bolda & Dara, 2015)

Antracnosis Provocada por el hongo (*Colletotrichum acutatum*)

Son lesiones en los pecíolos y en los estolones con tonalidades de color café oscuro o negro, lenticulares y hundidas. Las lesiones aparecen como manchas hundidas y redondeadas u ovaladas, de color café en los frutos verdes y de color negro en los frutos rojos las esporas son de color salmón y se convierten en lesiones cuando las condiciones son cálidas y húmedas. Dependiendo de la severidad de la infección,

puede presentarse achaparramiento, amarillamiento, marchitez y hasta muerte de la planta. (Bolda & Dara, 2015)

Mancha Púrpura de la hoja (*Mycosphaerella fragariae*)

Presentan lesiones pequeñas de color púrpura oscuro en la superficie anterior de la hoja. Las porciones centrales de las lesiones cambian de color café a gris y luego a blanco con la edad. Las lesiones maduras tienen centros blancuzcos y bordes púrpura o rojizos. Varias lesiones se pueden juntar y causar la muerte de la hoja. Otras partes de la planta como los estolones, pecíolos, calices, pedúnculos y frutas también pueden resultar infectados esta infección de la fruta produce lo que se conoce como enfermedad de la semilla negra, por esto el daño del tejido puede debilitar la planta y exponerla a la infección por otros patógenos. (Bolda & Dara, 2015)

Pudrición de la piel Causada (*Phytophthora cactorum*)

Esta enfermedad presenta cambios de color café a morado en la superficie de la fruta. Los frutos infectados adquieren un color café y se vuelven correosos a medida que el daño se extiende creando una capa exterior dura mientras el tejido interno es suave. La cavidad central de la fruta puede contener micelio fúngico. (Bolda & Dara, 2015)

Pudrición de la fruta (*Mucor spp.*)

El hongo invade la fruta a través de daños en la piel y segrega una enzima que causa la pudrición de la fruta. Cuando la humedad es alta, la fruta infectada está cubierta por un micelio resistente, con estructuras negras redondeadas que contienen esporas. Los síntomas son similares a la pudrición de la fruta por *Rhizopus*. El hongo sobrevive en materia orgánica muerta en descomposición. (Bolda & Dara, 2015)

Pudrición de la corona o Colapso Vascular (*Phytophthora cactorum*)

Según expone en esta enfermedad presenta hojas pequeñas retardando el crecimiento de las plantas hasta llegar a su muerte donde el tejido vascular de la corona o todo el tejido de la corona muestran una decoloración marrón cuando se corta y las raíces infectadas desarrollan una pudrición negra. (Hernandez et al., 2019)

Oídio Mildiú Polvoriento (*Podosphaera aphanis*)

Los síntomas más comunes incluyen el crecimiento de un polvo blancuzco en la superficie inferior de las hojas, presenta crecimiento hacia arriba de los bordes de la hoja y parches púrpura secos en la superficie superior de la hoja a medida que avanza la enfermedad. Además de las hojas, las flores y las frutas también resultan infectadas, las flores infectadas no fructifican o producen frutos deformes o mueren. La infección endurece o reseca la fruta en desarrollo o le da un aspecto grotesco a la calidad de la fruta madura. (Bolda & Dara, 2015)

Tizón de la hoja y del peciolo enfermedad causada por el hongo (*Gnomoniopsis comari*)

Presenta lesiones grisáceas en las primeras hojas de las plantas nuevas que se extienden rápidamente desde los márgenes hasta cubrir de un cuarto a la mitad de la superficie de la hoja. Se observa pequeños cuerpos fructíferos café-negrizos en las lesiones que son característicos de la enfermedad, también causa el tizón del peciolo o del cáliz, dándole a las áreas infectadas un color marrón a negro. (Bolda & Dara, 2015)

Verticilosis causada por el hongo patógeno, (*Verticillium dahliae*)

Los síntomas incluyen crecimiento reducido de las plantas, bronceado de los bordes y entre las venas en las hojas exteriores seguido por el colapso eventual, y rayas o manchas de color café en las hojas verdes interiores con crecimiento atrofiado esta enfermedad si no se previene puede llegar a causar la muerte completa de la planta. (Bolda & Dara, 2015)

2.2.2.5 Variedades utilizadas

2.2.2.5.1 Monterrey

Esta variedad es descendiente de California a principios de la década de 2000 es una planta de fresa fuertemente neutra, con una floración abundante donde presenta una producción estable con un comportamiento casi similar a la variedad Albión y con una buena tolerancia a enfermedades es una planta fuerte, robusta que tiene un fruto rojo con una característica de forma cónica perfecta, es menos

tolerante a *Phytophthora* y al Hongo Polvoriento (*Powdery Mildew*) teniendo un buen desarrollo y alto potencial de rendimiento. (Pesca, 2020)

Clima

Esta variedad debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo), y en temperaturas menores la planta presenta exceso de vigor por ende es recomendable plantar desde los 12 °C en adelante.

Suelo

Según Proain (2020) se necesita un suelo que sea preferiblemente con un pH neutro, equilibrado, rico en materia orgánica, pero nunca salado. Estos suelos deben ser de textura arenosa, bien drenados y aireados para mejorar la filtración y prevenir enfermedades de raíces y cuello.

2.2.2.5.2 Variedad San Andrés

Es descendiente de los Estados Unidos fue creada por Douglas W. Shau y Kirk D. en el año 2001, tiene un patrón productivo muy similar a la variedad de Albión, son grandes llegando a un peso promedio de 25 a 30 g por fruto en algunos casos llegando hasta los 50 a 60 g esto se da en las primeras cosechas, las bayas son alineadas, uniformes, cónicas y con una excelente textura que facilita su comercialización (Zarechny, 2021)

Clima

Según Ramos (2011) esta variedad se adapta muy bien en climas semicálidos húmedos con precipitaciones anuales de 600 a 800 mm la temperatura adecuada oscila entre un 10.4 a 25.4 °C para tener una buena fructificación y obtener la calidad y el rendimiento requerido.

Suelo

Esta variedad como las otras requieren suelos con textura arcillosa que deben estar bien drenados, la planta es muy sensible al encharcamiento por lo que son muy sensibles a la salinidad de suelos y aguas. El pH óptimo se establece entre 5.5 y 6.5 para obtener buenos resultados en rendimiento y en calidad. (Ramos, 2011)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Se utilizó un enfoque cuantitativo ya que las variables fueron medidas numéricamente para después realizar un análisis estadístico con el que se pudo conocer el comportamiento de los tratamientos.

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental

Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, donde se aplicó los diferentes tratamientos expuestos a continuación con la finalidad de obtener resultados medibles y así obtener conclusiones que permitan conocer el comportamiento de las variables a campo abierto y así poder afirmar o rechazar la hipótesis expuesta.

Laboratorio

Se realizó un análisis de pH y sólidos solubles, así como el ancho, largo y el peso del fruto tomando muestras de cada parcela con la finalidad de conocer el comportamiento de cada variable a medir.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa

La aplicación de microorganismos benéficos incrementa el rendimiento en el cultivo de fresa (*fragaria sp*) aplicado a campo abierto.

Hipótesis nula

El uso de los microorganismos benéficos no incrementa el rendimiento en el cultivo de fresa. (*fragaria sp*)

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Hipótesis	Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Método	Instrumentos
Con la aplicación de microorganismos benéficos incrementa el rendimiento en el cultivo de fresa (<i>fragaria vesca</i>) aplicado a campo abierto.	Dependiente.	Sólidos solubles, permite saber la cantidad de azúcar que se encuentra en la fruta.	Grados Brix	Se tomaron muestras de la fruta por cada parcela esto se realizó 3 veces cada 30 días desde el inicio de la cosecha para luego ser llevado al laboratorio en donde se extrajo gotas de la fruta fresca para luego medir en el brixómetro.	Medición de grados Brix	brixómetro 0-3
		PH, permite medir la cantidad de iones de hidrogeno que contiene la fruta.	pH	Se selecciono muestras de la fruta por cada parcela, se realizó 3 veces cada 30 días desde el inicio de la cosecha para luego ser llevado al laboratorio en donde se introdujo el potenciómetro y se tomó los resultados.	Determinación del pH	Potenciómetro de fruta.
		Largo y ancho del fruto	Cm	Se tomaron muestras de cada unidad experimental luego se hizo un corte transversal y se midió y se tomaron los datos en el laboratorio.	Medición del largo y ancho de la fruta.	Regla graduada y bolígrafo.
		Peso del fruto	g/fruta	Se muestreo los mejores frutos de cada parcela y se procedió a pesar en una balanza.	Determinación del peso en g/fruto	balanza.
		Incidencia de enfermedades	% de incidencia	Se tomó en cuenta las 30 plantas de cada unidad experimental y se observó las plantas que presentaron síntomas de enfermedades presentes y aplicando la formula	Determinación de la incidencia de enfermedades.	bolígrafo, calculadora, cuaderno.

				$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{numero de plantas con sintomas}}{\text{total de plantas evaluadas}}$ <p>Se obtuvo el porcentaje de incidencia.</p>		
		Rendimiento	Kg/parcela	Se realizó cosechas cada 7 días y mediante una balanza se midió el peso en kg de cada unidad experimental.	Kg por unidad experimental.	Balanza.
	Independiente	Micorrizas son hongos que actúan sobre las relaciones simbióticas en las plantas vasculares.	Hongos micorrízicos	Se aplicó fuentes 10 y de 15 gramos por planta al momento de la siembra.	Requerimientos expuestos en investigaciones realizadas	Balanza gramera.
		<i>Bacillus Subtilis</i> es una bacteria Gram positiva utilizada en la agricultura para el control de hongos y bacterias que afectan a los cultivos combatiend	Bacteria <i>Bacillus Subtilis</i> .	Se inoculo las plantas con dos dosis de 30 ml/planta, a los 60 y 150 días después de la siembra.	Requerimientos expuestos en investigaciones realizadas	Vaso dosificador

		o un gran número de agentes patógenos.				
		<i>Trichoderma Spp</i> , que se utilizó como agente de control frente a hongos.	Hongo Trichoderma	Se aplicaron dosis de 40ml/planta a los 30 y 150 días después de su plantación.	Requerimientos expuestos en investigaciónes realizadas	Vaso dosificador
		Variedades son diferentes variedades con características diferentes tanto en la calidad del fruto como en la parte genética.	Variedad San Andrés y Monterrey	Se sembraron 900 plantas 450 de variedad San Andrés y 450 variedad Monterrey sembrando 30 plantas por parcela, las plantas fueron certificadas de buena calidad, a distancias de 30 cm entre planta.	Siembra manual utilizando la técnica de tresbolillo.	Tubo corto para realizar huecos.

3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la parroquia de Natabuela, cantón Antonio ante provincia de Imbabura con una altitud de 2450 msnm con una humedad relativa de 70% ubicado en el sector de los óvalos calle Kennedy y Miguel Ángel de la fuente, latitud norte de 0°19'31.89"N longitud oeste de 78°11'30.84"O. tal como se muestra en la figura 1.

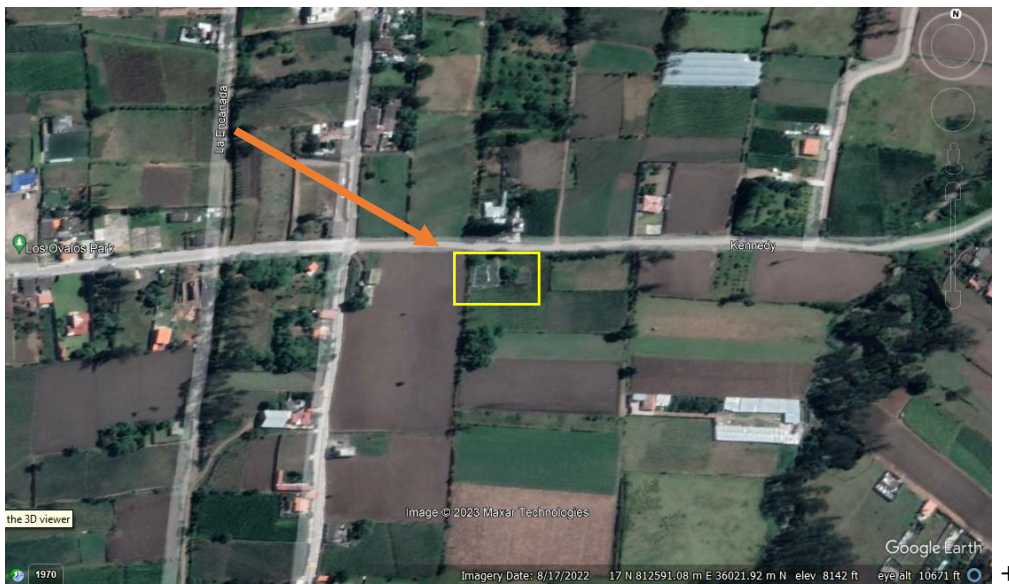


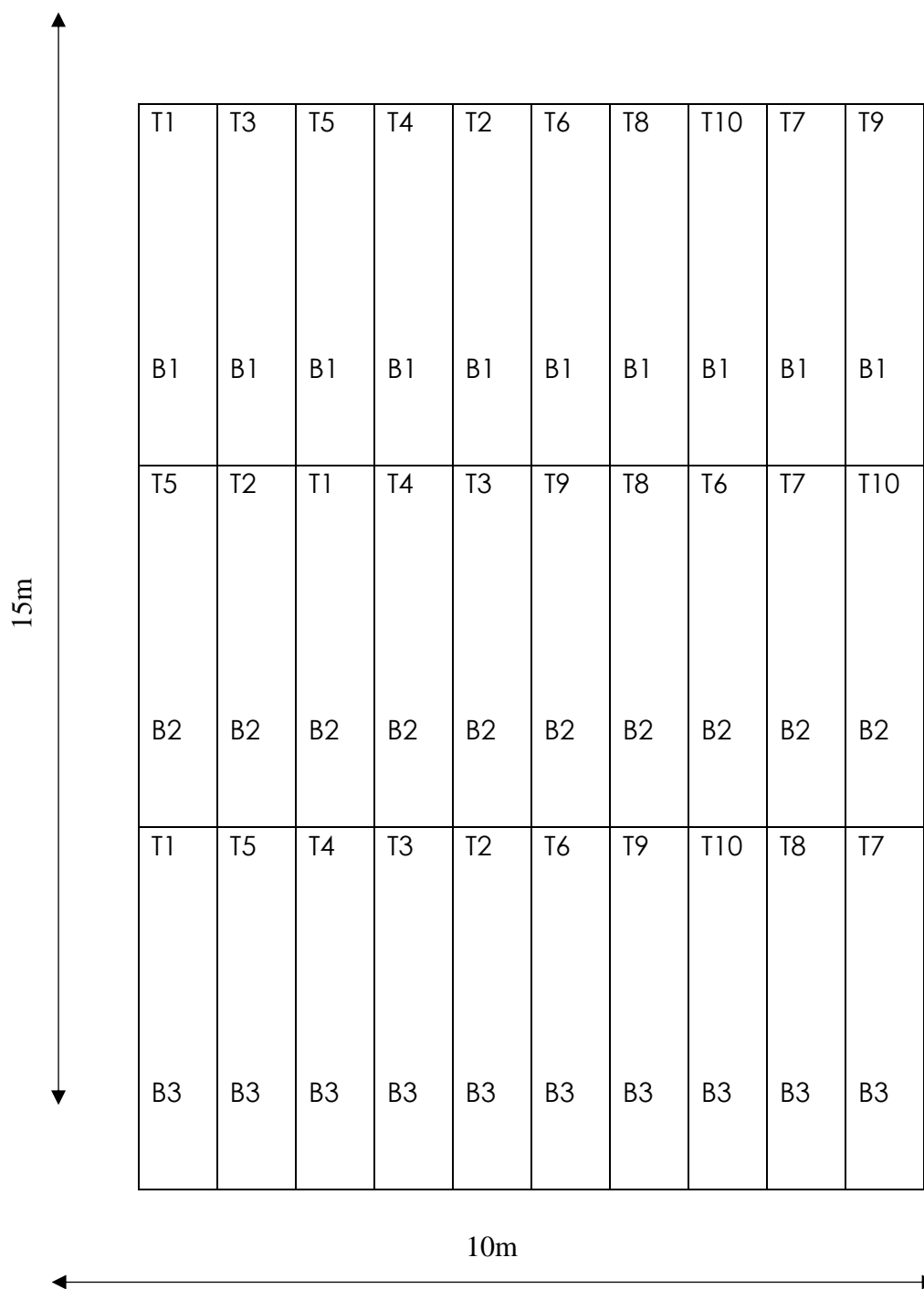
Figura1. Ubicación del ensayo

3.4.2 Superficie del ensayo

El área que se empleó una área total de 200m² tomando en cuenta el largo de las camas, así como el ancho y las distancias entre cama.

3.4.3 Distribución de los tratamientos

Se realizó un diseño experimental de bloques completos al azar, divididas en tres bloques con respectivas variedades y tratamientos. El ensayo consta de 10 tratamientos y tres repeticiones, estos tratamientos fueron distribuidos completamente al azar en cada uno de los tres bloques con un total de 30 unidades experimentales.



3.4.4 Población y muestra

La población para evaluar estuvo compuesta por 900 plantas con 30 unidades experimentales, 10 tratamientos divididos en 3 repeticiones, cada unidad experimental estuvo compuesta por 30 plantas. El área total de ensayo fue 200m².

En la tabla 5 se puede observar cada uno de los tratamientos aplicados en la investigación, así como sus dosis y sus respectivas variedades.

Tabla 5. Tratamientos

TRAT	Var San Andrés		TRAT	Var Monterrey	
1	10g/planta	<i>B. Subtilis</i>	6	10g/planta	<i>B. Subtilis</i>
2	15g/planta	<i>B. Subtilis</i>	7	15g/planta	<i>B. Subtilis</i>
3	10g/planta	<i>Tricho Spp</i>	8	10g/planta	<i>Tricho Spp</i>
4	15g/planta	<i>Tricho Spp</i>	9	15g/planta	<i>Tricho Spp</i>
5	Químico		10	Químico	

3.4.5 Factores de estudio

Se utilizaron dosis de micorrizas que van desde los 10 gramos hasta los 15 gramos que fueron aplicados al momento de la siembra con la utilización de una balanza para después proceder a la aplicación al momento de la siembra.

Se aplicaron 100g de *Trichoderma Spp* por 200 litros de agua donde se aplicó 40ml por planta, esto se aplicó a los 30 días después de la siembra y a los 150 días

Se aplicaron 30ml *Bacillus Subtilis* a los 30-150 días después de la siembra con el fin de ver el comportamiento de la planta y prevenir enfermedades.

Se utilizaron dos variedades de fresa de buena calidad adquiridas en Tabacundo-Ecuador

En el tratamiento testigo, se utilizó el sistema tradicional para el control de plagas y enfermedades y en la fertilización se aplicaron las dosis recomendadas.

3.4.6 Variables respuesta

3.4.6.1 Incidencia de enfermedades

Para la incidencia de enfermedades se procedió a clasificar los tratamientos, y mediante la escala descrita por Wilson *et al.*, (1990) que va desde baja: 0-15%; moderada: 16-50% y alta: 51-100%.

Antracnosis

Se realizaron monitoreos periódicamente en donde se pudo constatar la incidencia de esta enfermedad, donde se evaluó la presencia de antracnosis contando el número de plantas afectadas y según como explica Smith en el (2008) las plantas con esta enfermedad se puede identificar con la presencia de lesiones y marchitamiento

progresivo, en los estolones y pecíolos los síntomas son de color marrones, alargados, deprimidos de 3-25 mm con una línea bien definida que separa el tejido enfermo del sano y en las hojas se puede ver la presencia de manchas necróticas oscuras y circulares de 0,5 - 2 mm de diámetro y en frutos presenta lesiones redondeadas y ligeramente deprimidas, color castaño a marrón oscuro.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{numero de plantas con sintomas}}{\text{total de plantas evaluadas}} \times 100$$

Botrytis

Botrytis es una de las enfermedades más comunes en el cultivo, sin embargo, en los monitoreos realizados en toda la fase de desarrollo no se observó la presencia de esta enfermedad, en cambio en la fase productiva en los tratamientos testigo se observó la presencia de esta enfermedad y mediante lo expuesto por Cruz en el 2018, esta enfermedad afecta pétalos pedúnculos y frutos donde las flores infectadas muestran lesiones de color café en los pétalos y el pedúnculo de la flor mientras que los síntomas iniciales en la fruta son la presencia de manchas de color marrón claro con un moho color gris que cubre en algunos casos todo el fruto.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{numero de plantas con sintomas}}{\text{total de plantas evaluadas}} \times 100$$

3.4.7 Adaptabilidad

3.4.7.1 Calidad de fruto

PH de la fruta

Se realizó la medición del pH de la fruta en el laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando un potenciómetro de fruta, con el fin de observar el grado de acidez de cada fruta recolectada de cada tratamiento, este proceso se realizó tomando muestras en un intervalo de 30 días durante cuatro meses con el fin de observar su variación durante esta etapa.

Grados Brix

Es importante conocer los niveles de sólidos solubles que se encuentran en la fruta, por lo tanto, se evaluó durante un intervalo de 30 días durante cuatro meses con el fin de observar su variación; esto se comenzó el 25/11/2022 y se terminó el 25/02/2023.

Ancho largo y peso del fruto.

Para evaluar este paso se realizó un corte transversal en la fruta para luego proceder a medir y a pesar el fruto que característicamente nos dio a conocer el tratamiento con mejor tamaño y con mayor peso, se realizó la primera toma el 25/11/2022, la segunda el 23/12/2022 y la tercera el 25/01/2023.

3.4.8 Rendimiento

Esto se evaluó en kg/parcela, se recolecto la fruta de cada parcela con su respectivo peso total para evaluar el rendimiento en la etapa productiva donde se comenzó el 28/11/2022 hasta el 28/04/2023.

3.4.9 Materiales

En la tabla 6 se muestran todos los materiales utilizados en la investigación, tanto en la parte experimental con la recolección de datos en campo, así también la toma de muestras en el laboratorio.

Tabla 6. Materiales

Material experimental	Materiales de campo	Materiales de oficina.	Materiales de laboratorio	Insumos
900 plantas de fresa	Azadón	Calculadora	Potenciómetro de fruta	Fungicidas
	Rastrillo	Computadora	Brixómetro 0.32	Insecticidas
	Bomba fumigar	Cámara	Escalímetro	Abono orgánico
	Mangueras	Libreta		Microorganismos
	Flexómetro	Esferos		
	Estacas			
	Piolas			
	Tanque			
	Mulch negro			
	Balanza			

3.4.10 Procedimiento

3.4.10.1 Preparación del terreno

Se preparó el terreno un mes antes de ser implementado el experimento, se realizó una rastrada con el fin de remover la estructura del suelo y de esa manera inducir a la descomposición de materia vegetal existente en el terreno, con el propósito de tener el suelo en óptimas condiciones para realizar las camas para realizar la siembra esto se realizó el 22 de marzo del 2022.

3.4.10.2 Elaboración de camas y abonado

En un área de 200 m² se delimitó con estacas un total de 30 parcelas con tres repeticiones, la elaboración de las camas se basó en lo que indica ICA en el 2017, que explica que las camas deben estar separadas a 0,35 m y el ancho de la cama debe ser de 70 cm y la altura de la cama de 40cm, esto se comenzó a realizar el 10 de abril del 2022, luego de realizar las camas se aplicó 50 kg de eco abonanza en toda el área a evaluar, esto se realizó el 15 de abril del 2022.

3.4.10.3 Instalación del plástico

Esto fue realizado de manera manual con la ayuda de un jornal se instaló el plástico de color negro cubriendo toda la cama, luego se procedió a la perforación del plástico con diámetro de 0,40 cm a una distancia entre planta de 30cm utilizando el método tresbolillo esto se realizó el 20 y 22 abril del 2022.

3.4.10.4 Compra de plántulas

Se utilizaron plántulas de buena calidad adquiridas en Proplant Ecuador, ubicado en Tabacundo, con una anticipación de 15 días antes de realizar la siembra.

3.4.10.5 Trasplante

El método utilizado para el trasplante fue tresbolillo, a una distancia entre planta de 30 cm esto se realizó con la ayuda de dos jornales; antes de la siembra se desinfectó la planta procurando que el suelo estuviese en una condición óptima para su plantación, la siembra se realizó de la manera más cuidadosa posible ya que esto garantiza un buen enraizamiento y por lo tanto una planta sana que asegura una buena producción.

3.4.10.6 Riego

El riego se aplicó solo después de la siembra ya que las condiciones climáticas favorecieron con lluvias periódicas y los niveles de humedad fueron los que requerían las plantas para su crecimiento, sin embargo, en verano se realizaron riegos cada 4 cuatro días utilizando aspersores, con un tiempo de riego estimado entre una a dos horas.

3.4.10.7 Aplicación de dosis

- La aplicación de micorrizas se aplicó en el momento de la siembra, de acuerdo a como estaba establecido en la dosis a aplicar en cada tratamiento.
- La primera aplicación de *Trichoderma Spp* se realizó el 28 de junio de 2022 y la segunda aplicación el 28 de septiembre del 2022 en las mismas dosis establecidas en el tratamiento.
- La dosis de *Bacillus Subtilis* se aplicó el 28 de julio del 2022 y la otra dosis el 28 de septiembre del 2022.

3.4.10.8 Control de malezas

Las malezas se pudieron observar desde los 20 días después la siembra, debido a las lluvias constantes, esto se controló de forma manual constantemente durante toda la etapa de crecimiento, así como en la etapa productiva, procurando reducir el uso de herbicidas.

3.4.10.9 Control de enfermedades

Se realizaron controles preventivos y de control de enfermedades en el testigo, cada 8 días, mientras que en los tratamientos con *Trichoderma* y *Bacillus Subtilis* se aplicaron los mismos microorganismos de forma foliar una vez al mes con el fin de evitar la aplicación de productos tóxicos que pueden alterar las cepas de *Trichoderma Spp* y *Bacillus Subtilis* en las plantas, estas aplicaciones se realizaron utilizando una bomba de mochila.

3.4.10.10 Control de plagas

En la investigación se presentó araña roja (*Tetranychus urticae*); en este caso, en el testigo químico se utilizaron productos comerciales para el control, como Abamectina y Amitraz; en cambio en los demás tratamientos de carácter biológico, se aplicó un producto orgánico a base de *Beauveria* y *Metarhizium anisopliae*, este se aplicó periódicamente en la etapa de crecimiento y producción.

3.4.10.11 Monitoreo de plagas y enfermedades

Se realizaron monitoreos cada 8 días, en el caso de las plagas se situaban en el envés de las hojas y se pudieron visualizar daños como decoloraciones y manchas

amarillentas en las hojas y en el caso de enfermedades como antracnosis se vieron manchas de color marrón en las hojas y necrosis de color negro en estolones. En el caso de Botrytis, se observaron manchas de color marrón claro en la planta y la pudrición en el fruto.

3.4.10.12 Cosecha

La recolección del fruto se realizó una vez que la fruta tuvo todas las características organolépticas apto para el consumo, la primera cosecha se realizó a los 180 días después de la siembra, en intervalos de 7 días. Se realizó la cosecha cuidadosamente en horas de la mañana con el fin de que los rayos del sol no afecten la fruta y mantengan su calidad.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo fue realizado en un diseño de experimento completamente al azar, con el fin de controlar la variabilidad de la pendiente existente en la investigación. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistix donde el nivel de significancia de ANAVAR, así como las pruebas de medias de Tukey fue de 0,05. En la tabla 7 se puede visualizar el esquema del ANAVAR.

Tabla 7. Análisis Estadístico

F. V	G. L
BLOQ	2
TRAT	9
ERROR	18
TOTAL	29

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Grados Brix desde el primero al cuarto mes de cosecha.

En la calidad del fruto se determinaron los grados Brix y pH. En el primer y segundo mes no se encontraron diferencias estadísticas tal como se puede observar en la tabla 8, sin embargo, en el tercero y cuarto mes si encontramos diferencias, por lo tanto, se realizó la prueba de Tukey al 0,05; las cuales están detalladas en las tablas 9 y 10.

En la tabla 8 se encuentra detallado la media general, P valor y el coeficiente de variación. En el primer mes la media general es de 8,05 y el C.V de 24,57%, en el segundo mes la media es de 7,58 y un C.V. de 19,7% y en el tercer y cuarto mes una media de 7,88 y 9,03 con C.V. de 14,88 y 13,03 respectivamente.

Tabla 8. Análisis de varianza para °Brix

°Brix de fruta		Primer Mes	Segundo Mes	Tercer mes	Cuarto Mes
F. V	G. L	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	2				
Tratamiento	9	0,7770	0,3862	0,0541	0,0053
error	18				
total	29				
Media °Brix		8,05	7,58	7,88	9,03
C.V.%		24,57	19,79	14,88	13,03

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V. = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque

La asociación de *Trichoderma Spp* más 15 g micorrizas fue positivo, ya que en el tercer y cuarto mes se pueden ver diferencias estadísticamente significativas. En la tabla 9 se puede ver el comportamiento de los tratamientos, con dos grupos homogéneos en donde el nivel más alto de °Brix se observa en el T4 con la asociación de 15 g de micorrizas más *Trichoderma Spp* en la variedad San Andrés, seguido del tratamiento T7 con 15 g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey; mientras que

los tratamientos con los niveles más bajos para el tercer mes fueron los tratamientos T1 con 10 g de Micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad San Andrés y el T10 el testigo químico en la variedad Monterrey.

Al cuarto mes de cosecha (tabla 10), el T9 en la variedad Monterrey con 15g micorrizas más *Trichoderma Spp*, muestra una media de 11,66° seguido del tratamiento testigo, mientras que los niveles más bajos de °Brix se muestra en el T1 con 10 g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* variedad San Andrés y el T3 con 10 g de micorrizas más *Trichoderma* variedad San Andrés. Se puede ver expresado el efecto positivo de la micorriza más microorganismos en la variedad Monterrey, con frutos con más contenido de sólidos solubles.

Tabla 9. Prueba de comparación para °Brix el tercer mes de cosecha

Tratamientos	Medias	G.H
T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés	10,333	A
T7=15gM+B. Subtilis V. Monterrey	8,533	AB
T9=15gM+Tricho Spp V. Monterrey	7,933	AB
T3=10gM+Tricho Spp V. San Andrés	7,833	AB
T6=10gM+B. Subtilis V. Monterrey	7,833	AB
T5= Químico V. San Andrés	7,800	AB
T2=15gM+B. Subtilis V. San Andrés	7,767	AB
T8=10gM+Tricho Spp V. Monterrey	7,567	AB
T1=10gM+B. Subtilis V. San Andrés	6,900	B
T10= Químico V. Monterrey	6,333	B

Leyenda: G.H= Grupos Homogéneos.

Tabla 10. Prueba de comparación para °Brix el cuarto mes de cosecha

Tratamientos	Medias	G.H
T9=15gM+Tricho Spp V. Monterrey	11,667	A
T10= Químico V. Monterrey	10,967	AB
T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés	9,067	ABC
T8=10gM+Tricho Spp V. Monterrey	8,967	ABC
T2=15gM+B. Subtilis V. San Andrés	8,933	ABC
T6=10gM+B. Subtilis V. Monterrey	8,800	ABC
T5= Químico V. San Andrés	8,700	ABC
T7=15gM+B. Subtilis V. Monterrey	8,433	ABC
T1=10gM+B. Subtilis V. San Andrés	7,667	BC
T3=10gM+Tricho Spp V. San Andrés	7,100	C

Leyenda: G.H= Grupos Homogéneos

4.1.2 pH de los frutos desde el primer al cuarto mes de cosecha.

En la tabla 11 se puede visualizar el análisis de varianza realizado para el pH de la fruta, en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se obtuvo en los cuatro meses de cosecha una media general de 3,61 para el primero, 3,69 en el segundo 3,47 y 3,48 para el tercer y cuarto mes, así mismo los coeficientes de variación son bajos, por lo tanto, se puede confiar en estos resultados.

Tabla 11. Análisis de varianza del pH de los frutos

PH de fruta		Primer Mes	Segundo Mes	Tercer mes	Cuarto mes
F. V	G. L	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	2				
Tratamiento	9	0,7529	0,2230	0,4619	0,8395
error	18				
total	29				
Media pH		3,61	3,69	3,47	3,48
C.V.%		3,34	1,11	5,54	4,01

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque; Trat = Tratamiento.

4.1.3 Diámetro y longitud y peso del fruto, desde el segundo al cuarto mes de cosecha.

4.1.3.1 Diámetro de fruto

En el análisis de varianza realizado para el ancho del fruto, en el segundo y tercer mes de cosecha encontramos un P-valor de 0,27 y 0,54, por lo tanto, no existen diferencias estadísticamente significativas tal como se observa en la tabla 12, mientras que en el cuarto mes dio un P-valor 0,02 de modo que, allí si hay diferencias significativas, por lo tanto, se realizó la prueba de comparación Tukey a 0,05 tal como se muestra en la tabla 13.

Tabla 12. Análisis de Varianza ancho del fruto en cm

Diámetro de fruto		Segundo mes	Tercer mes	Cuarto Mes
F. V	G. L	P-valor	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	2			
Tratamiento	9	0,2757	0,5491	0,0295
error	18			
total	29			
Media (cm)		3,67	3,77	3,64
C.V.%		13,17	12,01	9,39

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque; Trat = Tratamiento.

Realizado la prueba de Tukey al nivel de significación de 0,05 (tabla 13); se notan la conformación de los grupos, donde el tratamiento con mayor ancho de fruto fue T4 con 15 g de micorrizas más *Trichodermas* en la variedad San Andrés con 3,30 cm, mientras que el tratamiento con frutos de menor diámetro fue el T9 con 15 g de micorrizas más *Trichodermas* en la variedad Monterrey, con un valor de 3,16 cm, en tanto, que los otros tratamientos se mantienen estadísticamente iguales observando diferencias numéricas muy positivas para los tratamientos con microorganismos; con frutos más anchos en relación al testigo químico.

Tabla 13. Diámetro de fruto en cm en el cuarto mes de cosecha

Tratamientos	Medias	G.H
T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés	4,3000	A
T8=10gM+Tricho Spp V. Monterrey	4,0000	AB
T1=10gM+B. Subtilis V. San Andrés	3,7333	AB
T2=15gM+B. Subtilis V. San Andrés	3,7333	AB
T5= Químico V. San Andrés	3,6333	AB
T10= Químico V. Monterrey	3,6333	AB
T6=10gM+B. Subtilis V. Monterrey	3,5333	AB
T3=10gM+Tricho Spp V. San Andrés	3,3667	AB
T7=15gM+B. Subtilis V. Monterrey	3,3333	AB
T9=15gM+Tricho Spp V. Monterrey	3,1667	B

Leyenda: G.H= Grupos Homogéneos

4.1.3.2 Longitud de fruto

En la tabla 14, en el análisis de varianza realizado para la longitud del fruto se observa que en el tercer mes de cosecha no hay diferencias significativas, mientras que en el segundo mes de cosecha el valor P es de 0,01 con una media de 4,50 cm y un C.V. de 10,41% y en cuarto mes un P-valor de 0,02 con una media general de 4,56 cm y un C.V. de 11,33% por lo cual se realizó la prueba de comparación Tukey para estas dos situaciones al 0,05; tal y como se muestra en las tablas 15 y 16.

Tabla 14. Análisis de Varianza para la longitud del fruto en cm

Longitud de fruto		Segundo mes	Tercer mes	Cuarto Mes
F. V.	G. L	P-valor	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	2			
Tratamiento	9	0,0144	0,1007	0,0231
error	18			
total	29			
Media (cm)		4,50	4,87	4,56
C.V.%		10,41	12,88	11,33

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque; Trat = Tratamiento.

En la tabla 15 se observa la prueba de comparación realizada para el largo de fruto en el segundo mes de cosecha, en donde los mejores tratamientos para el largo del fruto fueron el T4 con 15 g de micorrizas más *Trichoderma Spp* en la variedad San 56

Andrés y el T2 con 15g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad San Andrés, con una media general de 5,33 cm y 5,23 cm respectivamente, por otro lado, el grupo con los porcentajes más bajos son el T6 con 10 g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* variedad Monterrey, T8 con 10 g de micorrizas variedad Monterrey y T7 15 g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* variedad Monterrey. Se puede observar que en la variedad 1 (San Andrés) se lograron frutos más largos.

Tabla 15. Longitud de fruto en cm en el segundo mes de cosecha.

Tratamientos	Medias	G.H
T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés	5,3333	A
T2=15gM+B. Subtilis. V. San Andrés	5,2333	A
T5= Químico. V. San Andrés	4,9000	AB
T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés	4,6333	ABC
T1=10gM+B. Subtilis V. San Andrés	4,3000	BC
T10= Químico. V. Monterrey	4,3000	BC
T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey	4,1667	BC
T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey	4,0667	C
T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey	4,0667	C
T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey	4,0333	C

Leyenda: G.H= Grupos Homogéneos

En la tabla 16 se presenta la variable largo de fruto para el cuarto mes de cosecha en el que encontramos 3 grupos, teniendo una media más alta de 5,66 cm en el tratamiento T4, con 15 g de micorrizas más *Trichoderma* en la variedad San Andrés en tanto que el tratamiento más bajo fue el T7 15 g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey, de modo que, en donde se logró encontrar frutos más largos fue en la variedad San Andrés en interacción con los microorganismos benéficos aplicados.

Tabla 16. Longitud de fruto en cm en el cuarto mes de cosecha.

Tratamientos	Medias	G.H
T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés	5,6667	A
T1=10gM+B. Subtilis V. San Andrés	5,0000	AB
T10= Químico V. Monterrey	4,7667	AB
T2=15gM+B. Subtilis V. San Andrés	4,6333	AB
T3=10gM+Tricho Spp V. San Andrés	4,5333	AB
T5= Químico V. San Andrés	4,4333	AB
T6=10gM+B. Subtilis V. Monterrey	4,4000	AB
T8=10gM+Tricho Spp V. Monterrey	4,3333	AB
T9=15gM+Tricho Spp V. Monterrey	4,1667	AB
T7=15gM+B. Subtilis V. Monterrey	3,7333	B

Leyenda: G.H= Grupos Homogéneos

4.1.3.3 Peso de fruto

En tabla 17 en el análisis de varianza para peso del fruto, no existen diferencias significativas. En el primer mes el P-valor es de 0,06 una media de 24,58 g y un C.V de 27,44% mientras que, para el tercer y cuarto mes, los P-valores son mayores de 0,05; con una media general de 30,49 g y 25,36 g y los C.V de 30,19% y 28,99%, esto muestra que tanto los tratamientos con microorganismos como el testigo muestran valores que estadísticamente son iguales.

Tabla 17. Análisis de Varianza para peso de fruto en gramos.

Peso de fruto		Segundo mes	Tercer Mes	Cuarto mes
F. V	G. L	P-valor	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	2			
Tratamiento	9	0,0600	0,5281	0,1944
error	18			
total	29			
Media g		24,58	30,49	25,36
C.V.%		27,44	30,19	28,99

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque

4.1.4 Incidencia de enfermedades a los 150 y 220 días después de la siembra.

4.1.4.1 Incidencia de Botrytis

Se realizaron muestreos a los 150 días después de la siembra y no se encontró presencia de Botrytis, sin embargo, a los 220 días se pudo ver la incidencia de esta enfermedad en el T5 (testigo en la variedad San Andrés) con un promedio 12,11%, en el T10 (testigo en la variedad Monterrey) con 6,99% y en el T7 con 15g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey con 1,66% (figura 2); mientras que en los otros tratamientos no se observó la presencia de esta enfermedad, por ende solo se realizó un gráfico con el fin de observar su comportamiento.

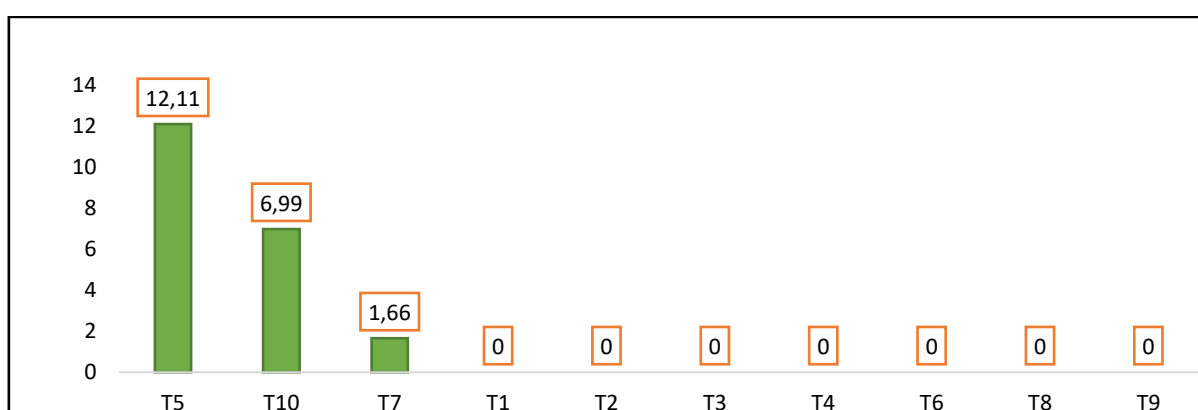


Figura 2. Incidencia de Botrytis. Leyenda: T5= Químico. V. San Andrés; T10= Químico. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey.

4.1.4.2 Incidencia de antracnosis

Se realizó el análisis de varianza para la incidencia de antracnosis tal y como se encuentra representado en la tabla 18, a los 150 días después de la siembra el P-valor fue de 0,16 con una media general de 21,71% y un C.V de 48,2% mientras que a los 220 días después de la siembra dio un P-valor de 0,52 con una media general de 23,44% y un C.V de 24,31%, en este caso no hay diferencias estadísticas significativas, sin embargo, según lo expuesto por Wilson *et al.* (1990) que clasificó la incidencia de esta enfermedad entre, baja, moderada y alta, se consideró que en el análisis realizado en la tabla 18 existieron medias generales de 21,71% y 23,44% que, de acuerdo a la bibliografía consultada, se encuentra en un valor moderado para la incidencia de antracnosis, por lo tanto, se puede considerar el efecto de los microorganismos en el control de enfermedades de igual manera que los tratamientos testigos.

Tabla 18. Análisis de varianza de incidencia de incidencia de Antracnosis.

Incidencia de Antracnosis		150 días	220 días
F. V	G. L	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	3		
Tratamiento	9	0,1617	0,5273
error	18		
total	29		
Media %		21,71	23,44
C.V.%		48,2	24,31

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque; Trat = Tratamiento.

4.1.5 Análisis de rendimiento para cinco meses de cosecha.

En la tabla 19 se presenta el análisis de varianza, para la variable rendimiento mensual, en el primer mes encontramos un P-valor de 0,02, por lo tanto, para este mes existen diferencias estadísticas, motivo por el cual se realizó la prueba media Tukey al 0,05; en cambio para el segundo, tercer, cuarto y quinto mes los valores P fueron de 0,78, 0,23, 0,66, 0,62, con medias de 3,06 kg, 3,72 kg, 3,55 kg, 3,63 kg y C.V. de 16,18%, 15,06%, 13,28%, y 14,90% respectivamente. No se encontraron diferencias significativas, sin embargo, se observa en cada mes de cosecha el efecto de los microorganismos aplicados refleja niveles de producción similares al tratamiento testigo.

Tabla 19. Análisis de Varianza para el rendimiento.

Largo de fruto		Primer mes	Segundo mes	Tercer mes	Cuarto mes	Quinto mes
F. V	G. L	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Rep/Bloq	2					
Tratamiento	9	0,02	0,78	0,23	0,66	0,62
error	18					
total	29					
Media Kg.		2,92	3,06	3,72	3,55	3,63
C.V.%		22,99	16,18	15,06	13,28	14,90

Leyenda: F.V = fuente de variación; G.L = Grados de libertad; P = Probabilidad; C.V = Coeficiente de variación; Rep/Bloq = Repetición o bloque; Trat = Tratamiento.

En el análisis de pruebas de medias del primer mes (tabla 20) realizado se encontró que el tratamiento T5 químico en la variedad San Andrés comienza con un nivel más

alto de producción al primer mes, con una media general de 3,27 kg seguido del tratamiento T2 15g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la Variedad San Andrés, con un promedio de 3,48 kg, , mientras que el tratamiento con menor nivel de producción se da en el T8 y el T6 con medias de 2,18 kg y 1,73 kg para la variedad Monterrey en el primer mes de cosecha.

Tabla 20. Rendimiento primer mes de cosecha.

Mes 1-cosecha	Medias	G.H
T5= Químico. V. San Andrés	3,7267	A
T2=15gM+B. <i>Subtilis</i> . V. San Andrés	3,4867	AB
T1=10gM+B. <i>Subtilis</i> . V. San Andrés	3,4800	AB
T3=10gM+ <i>Tricho Spp</i> . V. San Andrés	3,3233	AB
T9=15gM+ <i>Tricho Spp</i> . V. Monterrey	3,0500	AB
T4=15gM+ <i>Tricho Spp</i> . V. San Andrés	3,0333	AB
T10= Químico. V. Monterrey	3,0100	AB
T7=15gM+B. <i>Subtilis</i> . V. Monterrey	2,2133	AB
T8=10gM+ <i>Tricho Spp</i> . V. Monterrey	2,1833	AB
T6=10gM+B. <i>Subtilis</i> . V. Monterrey	1,7367	B

Leyenda: G.H= Grupos Homogéneos

4.1.5.1 Análisis de comportamiento mensual de los tratamientos aplicados en relación con el rendimiento.

En la figura 3 se encuentra detallado el comportamiento de los tratamientos para la variable rendimiento en el primer mes, se puede observar como el T5 supera a todos y está seguido de T1 y T2 con igual rendimiento, todos ellos en la variedad San Andrés. Es notable la superioridad de esta variedad en el rendimiento el primer mes, en virtud de que los últimos niveles son para T7, T8 y T9 todos en la variedad Monterrey.

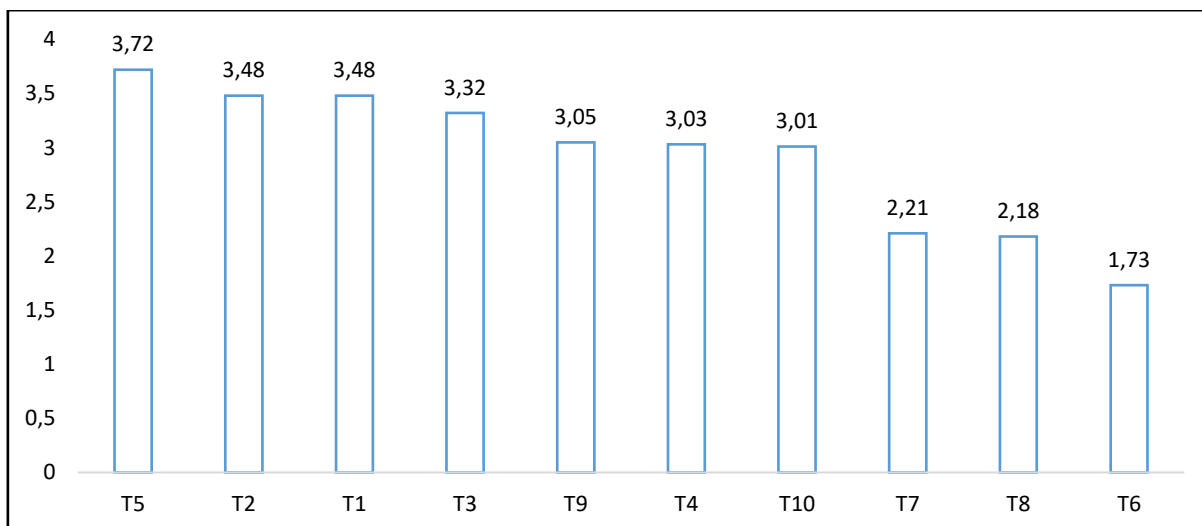


Figura 3. Rendimiento primer mes en Kg. **Leyenda:** T5= Químico. V. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T10= Químico. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey

En la figura 4 se puede visualizar el comportamiento de cada tratamiento en el segundo mes, en donde los tratamientos con microorganismos superan al tratamiento testigo, se puede ver el efecto positivo del T9 con *Trichoderma Spp* más 15g de micorriza en la variedad Monterrey con diferencias numéricas que supera a los demás tratamientos, mirando aquí el efecto que tienen los microorganismos aplicados en relación al tratamiento testigo, mientras que en este caso el nivel más bajo de producción se dio en el tratamiento 6 con 10g de micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey Hubo un incremento en rendimiento en todos los tratamiento en comparación con el primer mes.

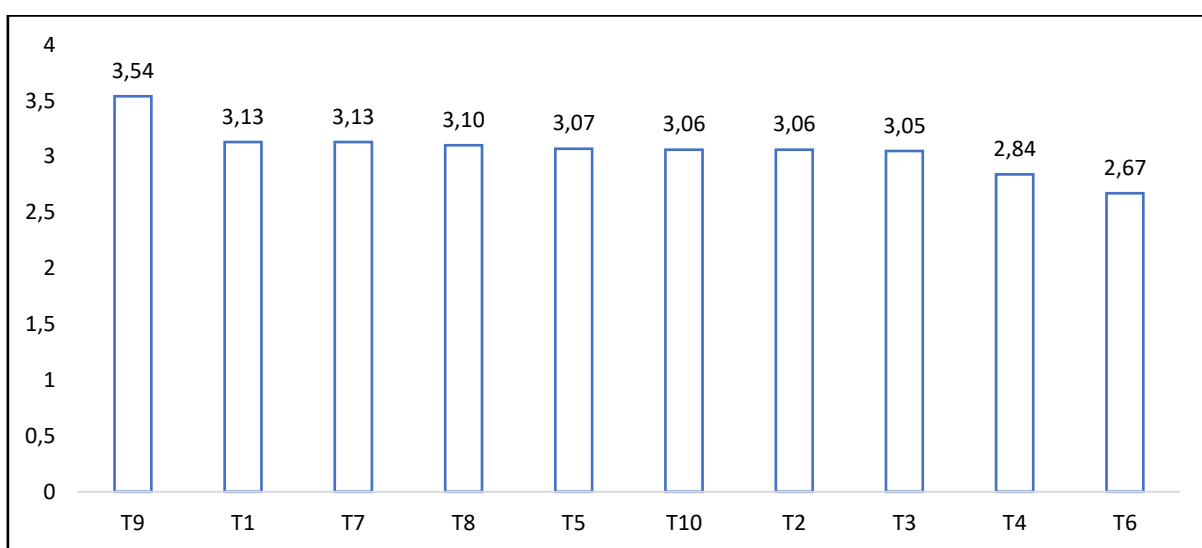


Figura 4. Rendimiento segundo mes en Kg. **Leyenda:** T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T5= Químico. V.

San Andrés; T10= Químico. V. Monterrey; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey.

En el análisis del rendimiento para el tercer mes (figura 5) se puede ver como los tratamientos testigos aumentan su rendimiento, y el tratamiento 9 con 15g de micorrizas más *Trichoderma Spp* en la variedad San Andrés se mantiene en un nivel aceptable de producción en relación con los testigos.

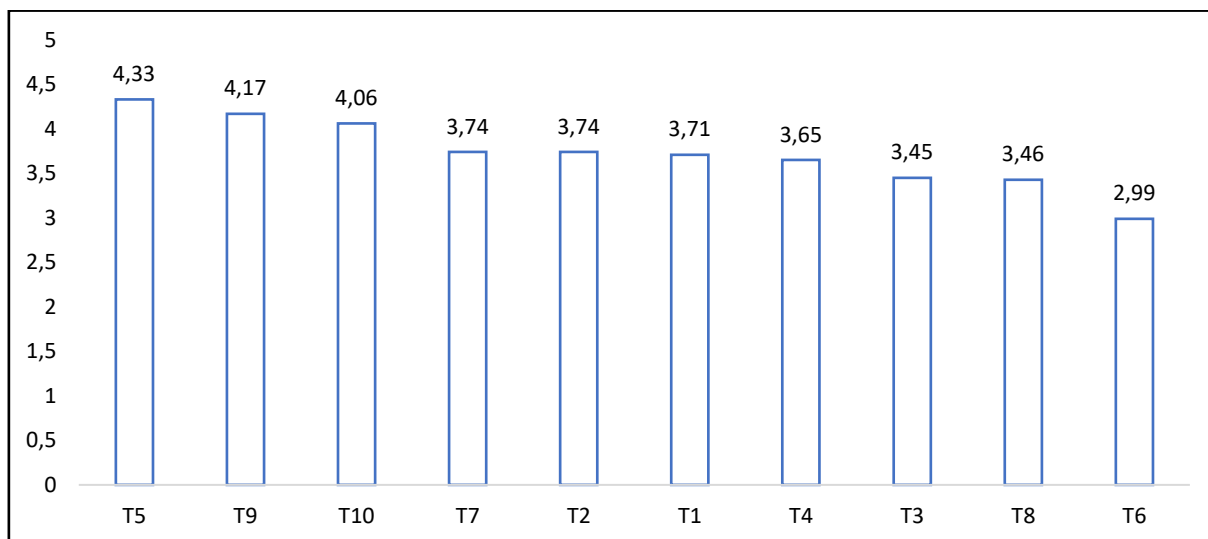


Figura 5. Rendimiento tercer mes en Kg. **Leyenda:** T5= Químico. V. San Andrés; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T10= Químico. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey.

En este cuarto mes de producción, los tratamientos con los niveles más bajos de producción son el T6 10g de micorriza más *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey y el T8 con 10 g de micorriza más *Trichoderma Spp* en la variedad Monterrey, y los niveles más altos de producción se encontraron en el tratamiento testigo con 3,85 kg seguido del T2 con 15 g de micorriza más *Bacillus Subtilis* en la variedad San Andrés con 3,83 kg, observando un efecto positivo de la aplicación de micorrizas más los microorganismos, tal y como se puede ver en la figura 6.

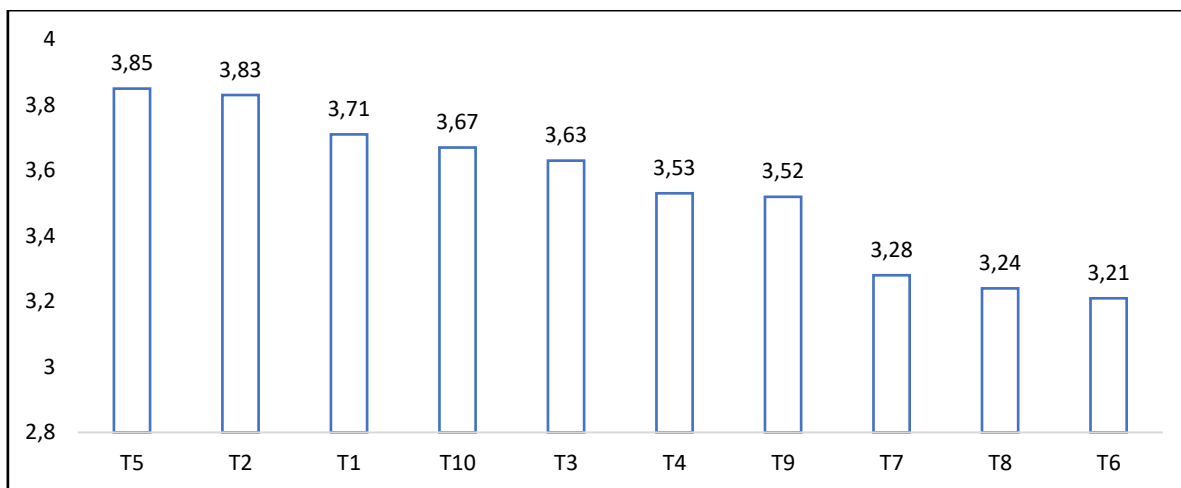


Figura 6. Rendimiento cuarto mes en Kg. **Legenda:** T5= Químico. V. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T10= Químico. V. Monterrey; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey.

En el análisis realizado para el quinto mes de cosecha (figura 7) se encuentra detallado el comportamiento de cada tratamiento, no hay diferencias estadísticas, pero numéricamente el tratamiento testigo en variedad Monterrey supera a los demás tratados con microorganismos, el T4 a los 5 meses de cosecha muestra los niveles más bajos de producción.

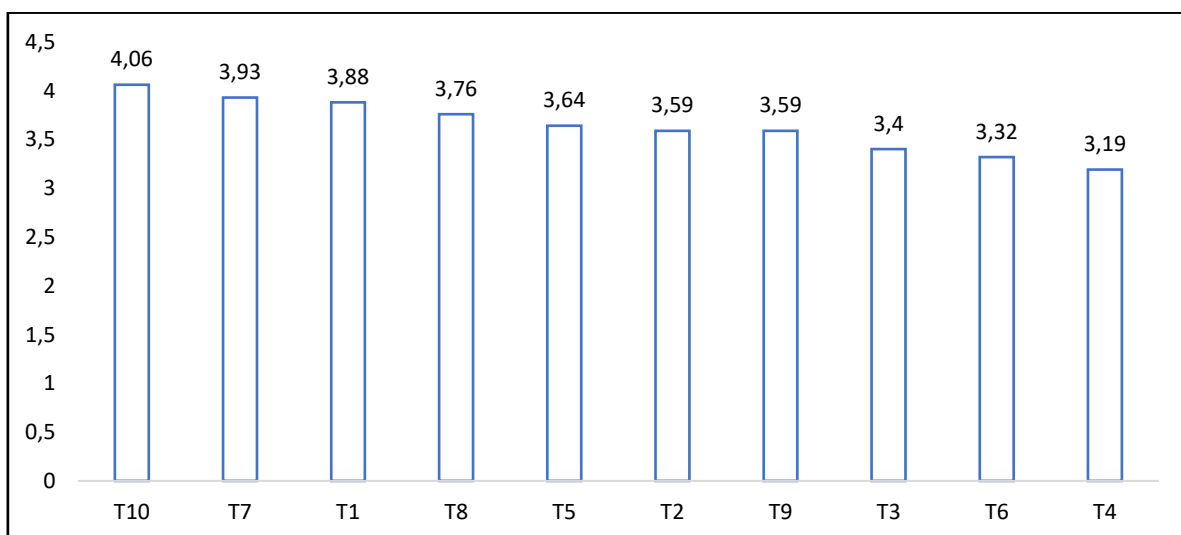


Figura 7. Rendimiento quinto mes en Kg. **Legenda:** T10= Químico. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T5= Químico. V. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés.

4.1.6 Rendimiento en cinco meses de cosecha para cada variedad

En la figura 8 se encuentra la producción total en cinco meses de cosecha, donde en la variedad San Andrés compuesta por 450 plantas se encontró un total de 262,17

kg, mientras que la variedad Monterrey con el mismo número de plantas se obtuvo un total de 245 kg, con una diferencia de 16,97 kg, observando un mayor rendimiento en la variedad San Andrés.

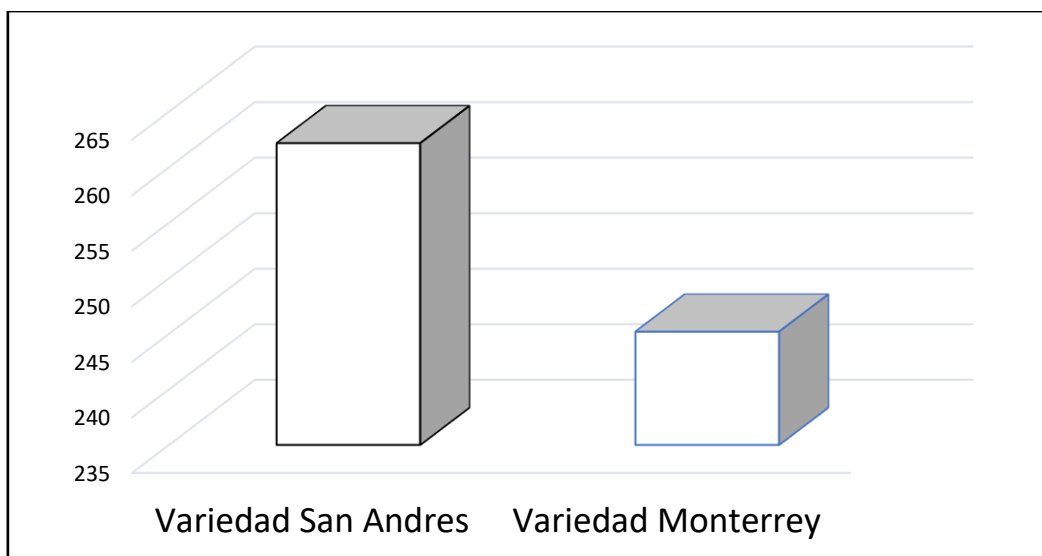


Figura 8. Rendimiento en cinco meses por variedad

4.1.7 Relación costo beneficio

En la tabla 20 se encuentra representado el costo por tratamiento, el costo total de producción del experimento fue de \$997 con 34 centavos, así mismo se expone el costo de cada tratamiento, para ello se tomó en cuenta los diferentes costos, tales como;

Fertilizantes químicos: $\$12/2=\6 para los dos tratamientos testigos.

Fungicidas, insecticidas y foliares: $\$76/2=\$38,09$ para los dos tratamientos testigos.

Insecticidas biológicos: $\$28/8=\$3,5$ para los 8 tratamientos con microorganismos.

Microorganismos benéficos:

Micorrizas: \$13 en 10 kg equivalente a \$0,39 utilizados en total para ocho tratamientos, las micorrizas fueron aplicadas solo al momento de la siembra

Trichoderma Spp $\$24/4=6$ para cuatro tratamientos en dos aplicaciones.

Bacillus Subtilis $\$29/4=7,25$ para cuatro tratamientos en dos aplicaciones.

Como se obtuvo un costo total de \$997,34, para obtener el precio base se restó **\$168,61** que representan los fertilizantes, fungicidas, insecticidas y los bioinsumos aplicados obteniendo 828,73 y se dividió para los 10 tratamientos con un costo base de 82,87 dólares para cada tratamiento tal y como se encuentra detallado en la tabla 21.

Tabla 21. Costo total por tratamiento

TRAT	Costo Base	Micorrizas	Bio Insumos	Agroquímicos	Costo total
T1	82,87	0,013	7,25	0	90,133
T2	82,87	0,019	7,25	0	90,139
T3	82,87	0,013	6	0	88,883
T4	82,87	0,019	6	0	88,889
T5	82,87	0	0	38	120,87
T6	82,87	0,013	7,25	0	90,133
T7	82,87	0,019	7,25	0	90,139
T8	82,87	0,013	6	0	88,883
T9	82,87	0,019	6	0	88,889
T10	82,87	0	0	38	120,87

Leyenda: T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T5= Químico. V. San Andrés; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T10= Químico. V. Monterrey.

En la tabla 22 se encuentra detallado el costo por tratamiento en los 5 meses de cosecha, así mismo el C/B de estos, donde el tratamiento con mayor rentabilidad fue el T9 con 15 g micorrizas más *Trichoderma* en la variedad Monterrey, el cual obtuvo una rentabilidad de 1,77 centavos, mientras que los tratamientos que mayores pérdidas fueron los químicos en ambas variedades (T5 y T10), los cuales tienen buen rendimiento, pero un costo de producción muy alto.

Tabla 22. C/B por tratamiento.

TRAT	Costo de producción (\$) en 5 meses	Costo de producción proyectado a un año	Producción total (kg) en 5 meses	Producción total (kg) proyectado a un año	Total, de ventas \$	Diferencia	C/B
T1	90,133	149,53	53,75	129	258,000	108,47	1,73
T2	90,139	149,54	53,16	127,584	255,168	105,63	1,71
T3	88,883	145,28	50,61	121,464	242,928	97,65	1,67
T4	88,889	145,29	48,77	117,048	234,096	88,81	1,61
T5	120,87	254,07	55,88	134,112	268,224	14,15	1,06
T6	90,133	149,53	41,82	100,368	200,736	51,203	1,34
T7	90,139	149,54	48,92	117,408	234,816	85,28	1,57
T8	88,883	145,28	47,19	113,256	226,512	81,23	1,56
T9	88,889	145,29	53,64	128,736	257,472	112,18	1,77
T10	120,87	254,07	53,63	128,712	257,424	3,35	1,01

Leyenda: T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T5= Químico. V. San Andrés; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T10= Químico. V. Monterrey.

En la tabla 23 se encuentra el costo por tratamiento proyectado a una hectárea, la producción total anual y la rentabilidad por cada tratamiento considerando fijo el precio de venta en \$2 en donde se evidencia que el tratamiento que generó mayor rentabilidad fue el T9 con 15g micorrizas más *Trichoderma* en la variedad Monterrey, mientras que el tratamiento que menos rentabilidad generó fue el T10, donde solo se recuperó lo invertido con 1 centavo de ganancia por cada dólar invertido, así como también el T5, donde solo se recuperaron 4 centavos por cada dólar invertido; estos son los testigos químicos en ambas variedades.

Tabla 23. C/B proyectado a una hectárea.

TRAT	Costo de producción (\$) en 5 meses ha	Costo de producción proyectado a un año en ha	Producción total (kg) en 5 meses proyectado a una ha	Producción total (kg) proyectado a un año en una ha	Total, de ventas \$	Diferencia	B/C
T1	4506,65	7476,65	2687,5	6450	12900	5423,35	1,73
T2	4506,95	7476,95	2658,0	6379,2	12758,4	5281,45	1,71
T3	4444,15	7264,15	2530,5	6073,2	12146,4	4882,25	1,67
T4	4444,45	7264,45	2438,5	5852,4	11704,8	4440,35	1,61
T5	6043,5	12703,50	2794,0	6705,6	13411,2	707,7	1,06
T6	4506,65	7476,65	2091,0	5018,4	10036,8	2560,15	1,34
T7	4506,95	7476,95	2446,0	5870,4	11740,8	4263,85	1,57
T8	4444,15	7264,15	2359,5	5662,8	11325,6	4061,45	1,56
T9	4444,45	7264,45	2682,0	6436,8	12873,6	5609,15	1,77
T10	6043,5	12703,50	2681,5	6435,6	12871,2	167,7	1,01

Leyenda: T1=10gM+B. Subtilis. San Andrés; T2=15gM+B. Subtilis. San Andrés; T3=10gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T4=15gM+Tricho Spp. V. San Andrés; T5= Químico. V. San Andrés; T6=10gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T7=15gM+B. Subtilis. V. Monterrey; T8=10gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T9=15gM+Tricho Spp. V. Monterrey; T10= Químico. V. Monterrey

4.2. DISCUSIÓN

En el análisis de sólidos solubles en el primer y segundo mes no se obtuvieron diferencias estadísticas, mientras que en el tercer mes el tratamiento con 15 g de micorriza más *Trichoderma Spp* en la variedad San Andrés, obtuvo 10,33 °Brix encontrando diferencias estadísticas, y en el cuarto mes para el tratamiento con 15 g de micorriza más *Trichoderma Spp* en la variedad Monterrey alcanza 11,66 °Brix. Al respecto, Veloza en el 2016, investigó una cepa de *Trichoderma* más un complejo micorrízico donde los resultados para la variable °Brix no observaron diferencias estadísticas, pero pudo ver una tendencia a mayores contenidos de sólidos solubles en los tratamientos inoculados.

Mendoza (2018) expone en su investigación que usando cepas de *Trichoderma* obtuvo mayores contenidos de sólidos solubles, con 8,9 °Brix; mientras que Yepes et al., en el 2021 en un estudio realizado en fresa, utilizó *Bacillus Subtilis* y una especie de micorriza donde los resultados mostraron que los tratamientos inoculados incrementaron significativamente el contenido de azúcares totales.

Haciendo relación a lo investigado, en el presente trabajo se pueden ver valores altos de contenidos de sólidos solubles, en un rango de 10 a 12 °Brix, que están en el rango óptimo para su comercialización. Se observó un incremento en °Brix en la producción del cuarto mes en comparación con el primer mes de cosecha. También se puede establecer que 15 g de micorrizas resultó efectivo en ambas variedades para la obtención de frutos con mayor cantidad de sólidos solubles.

Para el pH de la fruta en los cuatro muestreos no hubo diferencias estadísticas, se obtuvo una media general de 3,61; 3,69; 3,47 y 3,48 respectivamente. Gómez (2016) explica que los principales ácidos que se encuentra en la fresa son el ácido cítrico y el málico, donde la fresa es clasificada como una fruta ácida, con valores promedio que van desde 3,20 y 3,40.

En cuanto al diámetro (ancho de fruta) en el segundo y tercer mes de cosecha no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, en el cuarto mes se obtuvo el promedio más alto de 4,3 cm encontrando diferencias estadísticas; en el cual el tratamiento 4 con 15 g de micorrizas más *Trichoderma* en la variedad San Andrés fue el de mayor diámetro de frutos. En una investigación realizada por Quispe & Orellana en el 2016, en donde utilizó microorganismos benéficos encontró el valor más alto en el diámetro de 3,15 cm para el tratamiento con microorganismos. Comparando estos valores con la investigación realizada, en la presente se lograron frutos más anchos. El menor promedio obtenido fue 3,16 cm lo cual supera los valores promedios de Quispe & Orellana.

En la longitud (largo del fruto) en el tercer mes de cosecha no se encontraron diferencias estadísticas, mientras que en el segundo y cuarto mes se encontraron diferencias con promedios de 5,33 cm y 5,66 cm respectivamente, en el tratamiento 4 que consiste en 15g de micorrizas más *Trichoderma* en la variedad San Andrés. Quispe & Orellana en el 2016 en un estudio realizado con microorganismos obtuvo 3,88 cm, mientras que para Espinoza (2009) los mejores frutos deben tener una

longitud de 5 a 6 cm. En la investigación se obtuvo promedios similares a los obtenidos por Espinoza.

Para el peso del fruto no se encontró diferencias, se obtuvieron valores promedios en los tres meses de cosecha de 24,58 g, 30,49 g y 25,36 g. Zurita en el 2012 evaluó fungicidas microbiológicos a base de *Bacillus Subtilis* y *Trichoderma* en donde para la variable peso de fruto no encontró diferencias estadísticas. Por su parte, Quispe y Orellana (2016) lograron obtener valores promedios 16,05 g. Palencia *et al.*, (2013) explica sobre la influencia de la micorriza en donde el mayor peso de fruto lo encontró en una planta inoculada con micorrizas.

En cuanto a la incidencia de *Botrytis cinérea*, en los dos muestreos realizados no se observó una alta incidencia para *Botrytis cinérea* con promedios en los testigos de 12,11% en la variedad San Andrés y 6,99% en la variedad Monterrey. En el tratamiento 7 con *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey se obtuvo un porcentaje muy bajo de 1,66% y en el resto no se presentó. Hidalgo en el 2016, realizó un estudio en control biológico usando cepas de *Trichoderma* y logró observar el efecto positivo de este hongo, donde no se encontró incidencia alguna, por lo que afirma que neutraliza por completo la severidad de ataque del patógeno (*Botrytis cinérea*) cuyo porcentaje de severidad fue de 0,00%; García en el 2021, explica el efecto de la cepa QST 713 *Bacillus Subtilis* donde detalla que la cepa reduce el menor grado de síntomas y signos por *Botrytis cinérea*. Con relación a la presente investigación se pudo ver el efecto de los microorganismos, debido a que a los 150 y 220 días después de la siembra no se observó la presencia de esta enfermedad en los tratamientos con microorganismos benéficos, pero si en los testigos químicos.

En la incidencia de antracnosis no se encontraron diferencias estadísticas, pero se obtuvo un promedio para los 150 días y 220 días de 21,71% y 23,44% respectivamente, lo que indica que se encuentran en un rango moderado; según lo propuesto por Wilson *et al.* (1990). Caballero y Soilán en el 2018, usando *Bacillus Subtilis* determinaron que, a una dosis máxima de 2,5 g/l obtuvo un 8% de incidencia, este valor es bajo en comparación con la presente investigación. Esta supera ese porcentaje; por tanto, pueden influir ciertos factores como la dosificación o las condiciones ambientales. Vega *et al.*, en el 2019 realizó una investigación usando *Trichoderma Spp* donde logró ver la eficacia de este hongo para antracnosis, sin embargo, determinó un mayor

efecto con el tratamiento testigo químico. Cantos *et al.*, en el 2015, afirma sobre la reducción de la incidencia de enfermedades usando *Bacillus Subtilis* y micorrizas.

En los cuatro meses de cosecha el tratamiento con un rendimiento total más bajo fue de 41,82 kg para el tratamiento 6 compuesto por 10 g de micorriza más *Bacillus Subtilis* en la variedad Monterrey, y el tratamiento con más alta producción, haciendo excepción al testigo, fue el tratamiento T1 con 10 g de Micorrizas más *Bacillus Subtilis* en la variedad San Andrés con 53,75 kg, mientras que el testigo se obtuvo 55,88 kg.

Sánchez en el 2016, realizó un estudio utilizando mezclas con *Trichoderma Spp*, *Bacillus Subtilis* y Micorrizas, donde obtuvo resultados positivos en la asociación de bacterias y *Trichoderma* superando al tratamiento testigo, mientras que en la investigación realizada por Hidalgo en el 2016 donde utilizó cepas de *Trichoderma* y *Bacillus Subtilis* explica que no se encontraron diferencias significativas, en cambio en un estudio realizado por García *et al.*, en 2016 en España, demostró la efectividad de la asociación de Micorrizas y *Bacillus Subtilis* donde aumentó significativamente en un 33% el número de frutos, mientras que Mandal *et al.*, en el 2020 expone que con la asociación de *Trichoderma* y Micorrizas aumenta significativamente el rendimiento de frutos en un 25,3%.

Con respecto a las variedades en los cinco meses de cosecha, en la variedad San Andrés se obtuvo 262,17kg en relación con la Variedad monterrey 245,2kg con una diferencia de 16,97kg. Según Briceño en el 2021, en una investigación realizada a los 2420 msnm (promedio) en la parroquia de Puembo, obtuvo valores para la variedad San Andrés de 22,83 g/planta y para la variedad Monterrey de 16,38 g/planta, superando la variedad San Andrés a la Monterrey en rendimiento; tal como sucedió en la presente investigación, donde se presentó la misma tendencia con relación a la producción de ambas variedades, tomando en cuenta altitud de la zona en la que se realizó la investigación.

En los resultados obtenidos para el costo beneficio muestran aspectos positivos con la incorporación de microorganismos benéficos en la producción de fresas donde se encuentran mejores valores comparados a los tratamientos testigos, siendo una opción más rentable para producir, esto se evidenció principalmente en el T9 donde se obtuvo una rentabilidad de \$1,77 por dólar investido. Santos *et al.* (2020) realizó un estudio utilizando *Bacillus Subtilis* en conjunto con *Trichoderma*, donde señala que

con la utilización de estos microorganismos se puede reducir el uso de fertilizantes químicos hasta en un 50% reduciendo así los costos de producción, mientras que Mendoza *et al.* (2019) estudió combinaciones de micorrizas, *Trichoderma* y *Bacillus Subtilis* en el cultivo de fresa, y explica que con la utilización de estos microorganismos se puede reducir hasta en un 14% los costos de producción en relación al uso de agroquímicos; de la misma manera en la presente investigación se pueden ver resultados muy positivos en la parte de costos con respecto al testigo químico.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La variedad que logró una mejor adaptabilidad bajo las condiciones edafoclimáticas a los 2450 msnm fue San Andrés, debido a que durante todo el ensayo alcanzó los mejores resultados en las variables evaluadas.
- ✓ En la variedad San Andrés, el Tratamiento con mayor rendimiento fue con la combinación 10gM+ 30ml/planta *B. subtilis* (T1) con una producción total de 53,75kg en 5 meses de cosecha en 90plantas.
- ✓ En la variedad Monterrey el Tratamiento con mayor rendimiento fue con la combinación 15gM+Trichoderma con una producción total de 53,64kg en 5 meses de cosecha en 90plantas.
- ✓ Los frutos con mayores grados brix se obtuvieron con 15 g de micorrizas más *Trichoderma* en la variedad San Andrés (T4) con promedio de 10,33° en el tercer mes de cosecha y con el mismo tratamiento en la variedad Monterrey (T9) se obtuvo 11,66°Brix en el cuarto mes de cosecha.
- ✓ Para las variables diámetro de fruto el mejor tratamiento fue el T4(15g de micorrizas más *Trichoderma* en la variedad) con un valor de: 4,3 cm y para la longitud del fruto el mismo tratamiento con un valor de 5.66 cm en la variedad San Andrés.
- ✓ Con relación a la incidencia de enfermedades, para *Botrytis cinérea* la mayor incidencia se presentó en los tratamientos testigos (T5, T10); mientras que para antracnosis (*Colletotrichum spp*) de acuerdo con las medias generales de 21,71% y 23,44% para los 150 y 220 días después del trasplante respectivamente, que, se encuentra en un valor moderado para la incidencia de antracnosis.
- ✓ El tratamiento con mayor rentabilidad fue el T9 que consta de 15 g de micorrizas más 40ml/planta de *Trichoderma* en la variedad Monterrey, con un valor C/B de \$1,77. En la variedad San Andrés, el tratamiento que generó

mayor rentabilidad fue el T1, que consta de 10 g de micorrizas más 30ml/planta de *Bacillus subtilis* con un valor C/B de \$1,73.

- ✓ Las menores rentabilidades se presentaron en los testigos químicos.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda aplicar 15g de micorrizas en asociación con 40 ml de Trichoderma por planta para obtener frutos con mayor diámetro, longitud y calidad, en la variedad San Andrés.
- ✓ Se sugiere trabajar con la combinación 15g de micorrizas más Trichoderma en las dos variedades con el fin de lograr una mayor rentabilidad.
- ✓ Se recomienda trabajar en diferentes dosis de Trichoderma y Bacillus Subtilis y comparar los resultados con los de la presente investigación.
- ✓ Se aconseja utilizar bio insecticidas en el control de plagas, para reducir el uso excesivo de plaguicidas.
- ✓ Se recomienda realizar investigaciones utilizando los tratamientos probados en esta investigación sobre la productividad y resistencia a enfermedades en diferentes cultivos frutales y hortícolas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon et al. (2009). *EL GÉNERO FÚNGICO Trichoderma Y SU RELACIÓN CON CONTAMINANTES*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n4/v25n4a6.pdf>.
- Alvarez, M. Q. (2018). *Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (Fragaria sp.)*. Lima: Scientia Agropecuaria, 9(1), 33-42. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04>.
- Amerio et al. (2020). *Trichoderma en la Argentina: Estado del arte*. Obtenido de Trichoderma en la Argentina: Estado del arte: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2020000100015
- Axayacatl, O. (03 de 12 de 2022). *blogagricultura*. Obtenido de blogagricultura: <https://blogagricultura.com/paises-productores-fresa/>
- Bellido, A. (17 de 08 de 2022). *Sembrar 100*. Obtenido de Sembrar 100: <https://www.sembrar100.com/hortalizas-de-fruto/fresas/poda/>
- Benítez-Mendoza, A. O.-E.-V. (2018). *Combined use of arbuscular mycorrhiza, Bacillus subtilis and Trichoderma harzianum under greenhouse strawberry production reduces the infectivity of Botrytis cinerea*. . Obtenido de Combined use of arbuscular mycorrhiza, Bacillus subtilis and Trichoderma harzianum under greenhouse strawberry production reduces the infectivity of Botrytis cinerea. : Scientia Horticulturae 227, 222–230. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.037>
- Bolda & Dara. (2015). *Manual de Producción de Fresa para los Agricultores de la Costa Central*. California: UCCE.
- Briceño, H. (2021). *Evaluación de 3 variedades de frutilla (Fragaria x ananassa) en un sistema semi hidropónico, bajo condiciones de invernadero*. Quito : UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.

- Caballero & Soilan . (2018). *EFFECTO DEL PRODUCTO BIOLÓGICO A BASE DE Bacillus subtilis SOBRE LA ANTRACNOSIS (Colletotrichum fragariae Brooks) Y LA MANCHA MARRÓN (Pestalotiopsis sp.) EN PLANTINES DE FRUTILLA (Fragaria x ananassa Duch.)*. Asunción: Universidad Nacional de Asunción.
- Cantos et al. (2015). *Combined application of beneficial microorganisms to enhance soil quality and plant performance in strawberry*". *Frontiers in Plant*.
- Castellanos, L. Baldovino, A. Cespedes, N., & Rivera, X. (2020). *Biopreparados para el control de enfermedades foliares de fresa* . Pamplona : *Journal of Negative and No Positive* 933-951.
- Cruz, H. (21 de 02 de 2018). *Mi cultivo con Bayer*. Obtenido de *Mi cultivo con Bayer*: <https://www.micultivo.bayer.com.mx/es-mx/novedades/articulos/moho-gris-en-fresa.html>
- FAO. (2015). *Perspectivas para el medio ambiente* . Obtenido de <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- Garces, J. (2021). *EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE FRESA (Fragaria x ananassa)*. Ambato : Universidad Tecnica del Norte .
- Garcia et al. (2016). *Effects of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and Bacillus subtilis on strawberry growth and nutrient uptake under low phosphorus availability*". *Plant and Soil*.
- Garcia, P. (2021). *EVALUACIÓN DE CUATRO BIOFUNGICIDAS Y DOS CEPAS DEL GÉNERO Trichoderma CONTRA EL MOHO GRIS EN Rosa*. Bogota.
- Gerron, D. (2016). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE Trichoderma spp. PARA MEJORAR EL SISTEMA RADICULAR y Bacillus spp PARAR EL CONTROL DE PODREDUMBRES CAUSADA POR erwinia carotovora en el cultivo de zanahoria*. Tulcan.
- Gomez, C. (2016). *Fresa variedad chandler* . Antioquia .
- GPI. (2020). *CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA DE LA AGENDA PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA DE IMBABUA* . Ibarra .
- Hernandez et al. (2019). *Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE REPRODUCCION PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERES INDUSTRIAL*. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.*
- Hernandez, R. (2004). *El cultivo de la fresa para el ciclo otoño invierno en California Estados Unidos de Norte America*. Zapopan.


- Ibadango, F. (2017). "EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DEL SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL FRENTE AL CONVENCIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE TRES VARIETADES (*Fragaria vesca* L.), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA. Ibarra : Universidad Técnica del Norte .
- IICA. (2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la fresa por IICA*. San Jose.
- Infante, Martínez, Gonzales & Reytez. (2009). MECANISMOS DE ACCIÓN DE *Trichoderma* FRENTE A HONGOS FITOPATÓGENOS. *Rev. Protección Veg.*
- Infoagro. (s.f.). *infoagro.com*. Obtenido de *infoagro.com*: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- Intagri. (2017). *Micorrizas, los Biofertilizantes del Futuro que Vienen del Pasado*. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- Mandal et al. (2020). *Co-inoculation of Trichoderma harzianum and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) improves growth, fruit yield, quality and soil enzyme activities in commercially cultivated strawberry*. *Journal of Applied Microbiology*, 128(3), 647-662.
- Martínez, G. (2018). *Trichoderma spp. COMO BIOESTIMULANTE DE CRECIMIENTO*. Coahuila.
- Mendez, R. (6 de 05 de 2021). *El Español*. Obtenido de El Español: https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/pasa-organismo-comes-fresas-todos-dias-propiedades-beneficios-fruta-salud-cuerpo-seo/576942789_0.amp.html
- Mendoza, T. (2018). *Evaluación del rendimiento de fresa (*Fragaria spp.* L.) variedad San Andreas, con diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.**. Coahuila: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- Mora-Fernández, M. & Pérez-Martínez A.E. (2022). *Pruebas in vivo de cepas de bacillus con capacidad de biocotrol para Fusarium en planta de Fresa* .
- Moreno, V. &. (2019). *Control Biológico*. *Rev. Colomb. Biotecno*.
- Nagua, E. (2016). *Uso de la bacteria bacillus subtilis como agente de control biológico de hongos fitopatógenos en cultivos tropicales*. Machala : Universidad Técnica de Machala.
- Palencia, Martínez & Olivera . (2013). *EFEECTO DE MICORRIZAS EN PLANTAS DE FRESA EN CULTIVOS SIN SUELO*. Vuelva.

- Perlaza, Lopez & Uribe. (2020). *MECANISMO DE ACCION DE BACILLUS CONTRA MICROORGANISMOS FITOPATOGENOS DURANTE SU INTERACCION CON PLANTAS*. Universidad Nacional de Colombia . Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v25n1/0120-548X-abc-25-01-112.pdf>
- Pesca, F. (2020). *AGROWM*. Obtenido de *AGROWM*: <https://www.agrowm.co/material-vegetal/>
- Proain. (07 de 10 de 2020). *proain.com*. Obtenido de *proain.com*: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/produccion-de-fresa-requerimientos-de-clima-y-suelo>
- Quispe & Orellana . (2016). *INFLUENCIA DE DOS ABONOS ORGANICOS INOCULADOS CON TRICHOCASTLE (Trichoderma harzianum, Trichoderma viride y Trichoderma virens) EN EL CULTIVO DE FRESA Fragaria spp. VARIEDAD CAMAROSA EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA*. La Merced : UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.
- Ramos, A. (2011). *Calidad de fresa variedad San Andres producida con vermicompost en invernadero*. Michoacan: Instituto Politecnico Nacional.
- Rivadeneira, D. (2016). *"Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de fresa (Fragaria x ananassa) en el canton Tulcan provincia del Carchi*. Tulcan: Universidad Politecnica Estatal del Carchi .
- Sánchez, B. D. (2015). *Manual de Produccion de Fresa para los agricultores de la costa central*. California: UCCE.
- Sanchez, J. (2016). *Efecto de la aplicación de endomicorizas sobre el crecimiento de la fresa (Fragaria x ananassa Duch. var. Monterrey) en condiciones de campo abierto*. Bogota: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
- Santos-Cervantes, M. L.-B.-C.-M.-M.-C. (2020). *Biofertilizers as a strategy for sustainable strawberry production*. Obtenido de *Biofertilizers as a strategy for sustainable strawberry production*: . *Scientia Horticulturae* 259, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108829>
- Symborg. (2022). *symborg.com*. Obtenido de *symborg.com*: <https://symborg.com/es/que-son-las-micorizas/>
- T., K. A. (2019). *Tendencias en microbiologia*. 724-725.
- Torres, J. (2016). *Efecto de la aplicación de endomicorizas sobre el crecimiento de la fresa (Fragaria x ananassa Duch. var. Monterrey) en condiciones de campo*. Bogota.

- Trevizan, Carniel, S.B.G.A, Olivera y Rizzo. (2021). *Fungos micorrízicos arbusculares influenciam o desempenho hortícola de cultivares de morangueiro*. rsdjournal.
- Vega et al . (2019). *Control alternativo de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch) en el municipio de Pamplona, Norte de Santander*. Pamplona.
- Veloza, C. (2016). *Efecto de trichoderma harzianum sobre el crecimiento y desarrollo de fresa (Fragaria x ananassa Duch. var. Monterrey) en condiciones de campo*. UDCA.
- Villarreal, Villa, Cira, E. P. S. (2018). *El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola*. Sonora : Revista mexicana de fitopatología.
- Yepes-Molina, L. A.-L.-C.-H. (2021). *Efecto de Bacillus subtilis y Glomus etunicatum en el contenido de azúcares solubles totales y acidez titulable en fresa (Fragaria x ananassa Duch. Cv. Festival)*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 15(2), 199-209.
- Zarechny, M. (2021). *Naturelux*. Obtenido de Naturelux: Naturelux.com
- Zurita, H. (2012). *Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (Fragaria vesca)*. Cuenca : Universidad Técnica de Ambato .

V. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC




UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



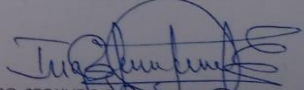
ESTUDIANTE:	TULCAN QUILUMBA EDISON ERMEL	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003895271
PERIODO ACADÉMICO:	2023A	DOCENTE TUTOR:	PhD. GARCÍA BOLÍVAR JUDITH JOSEFINA
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL		
DOCENTE:	MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO		
TEMA DEL TIC: "Evaluación del efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (Fragaria sp)"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,33	Mejorar los objetivos específicos de acorde a la investigación realizada.
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,33	
3	METODOLOGÍA	8,33	
4	RESULTADOS	8,33	Mejorar los cuadros sobre el rendimiento de cada variedad.
5	DISCUSIÓN	8,33	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,33	Redactar de mejor manera, donde los objetivos específicos coincidan con las conclusiones.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,33	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,33	


Obteniendo una nota de: **8,33** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

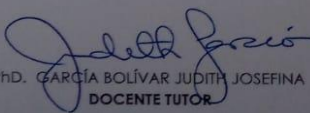
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 14 de julio de 2023**



MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO
DOCENTE



PhD. GARCÍA BOLÍVAR JUDITH JOSEFINA
DOCENTE TUTOR

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Edison Ermel Tulcan Quilumba				
DATE: 28 de julio de 2023				
TOPIC: "Evaluación del efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (Fragaria sp)"				
MARKS AWARDED				
QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva, Edwin Andrés, 5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement.	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9,5		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Edison Ermel Tulcan Quilumba

Fecha de recepción del abstract: 28 de julio de 2023

Fecha de entrega del informe: 28 de julio de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9,5 por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Costo de producción.

Datos de parcela.	
Cultivo: Fresa (<i>Fragaria sp</i>)	Sistema de producción: Semitécnificado.
Provincia: Imbabura	Cantón: Ibarra
Responsable: Edison Tulcan	Área: 200m ²

Costos de producción				
Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio U.	Total
1. Costo directo				
Preparación del suelo:				
Tractor	1	Hora	10	10
Subtotal				10
Mano de obra:				
Elaboración de camas.	4	Jornales	12	48
Colocación de mulch	2	Jornales	12	24
Siembra	3	Jornales	12	36
Fertilización/aplicación insumos (2 veces)	2	Jornal	12	24
Deshierbe (3veces)	3	Jornales	12	36
Podas (3 veces)	3	Jornales	12	36
Fumigación (10 veces)	10	Jornales	5	50
Cosecha	20	Jornales	5	100
Transporte	16		0,7	11,2
Subtotal				365,2
Semilla:				
Plantas V. San Andrés	450	Plantas	0,25	112,5
Plantas V. Monterrey	450	Plantas	0,25	112,5
Subtotal				225
Bionsumos:				
Trichotic	2	Gramos	12	24
Micorrizas	10	Kg	1,30	12,96
Rhapsody	2	Litros	14,50	29
Subtotal				65

Fertilizantes:				
Ecoabonaza	50	Kg	4,5	4,50
Nitrato de calcio	5	Kg	1,5	7,5
Abono especial-Fitosan.	5	Kg	0,90	4,5
Subtotal				16,5
Fitosanitarios químicos.				
SKipper	2	Gramos	9,50	19
Mitac	2	MI	6,5	13
Abamectin	2	MI	6	12
Kumulos	1	Kg	4,5	4,5
Diazole	2	MI	3,5	7
Tacora	2	MI	3,25	6,50
Subtotal				62
Fitosanitarios orgánicos.				
Micos Plag	2	Gramos	21	42
Bioneem	2	MI	7	14
Subtotal				56
Productos foliares:				
Miros	1	MI	5,18	5,18
K50	1	MI	9	9
Subtotal				14.18
Cosecha:				
Baldes	2	Unidades	1	1
Subtotal				2
Materiales:				
Plástico	160	M ²	1,1	176
Balanza	1	Unidades	4	4
Tijeras de poda.	2	Unidades	0,35	0,70
Subtotal				
TOTAL, COSTO DE PRODUCCION.				997,34

Anexo 4. Preparación de camas



Anexo 5. Colocación de plástico.



Anexo 6. Rotulado



Anexo 7. Siembra



Anexo 8. Dos meses y medio después de la plantación.



Anexo 9. Dosis 10g micorrizas.



Anexo 10. Dosis 15g micorrizas.



Anexo 11. Primeros frutos



Anexo 12. Cosecha



