



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**Efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con  
enraizantes sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa  
(*Fragaria* × *ananassa*) variedad Monterrey**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**Autora:** Aguagallo Jinde Lady Mabel  
**Tutor:** Ing. Valle Velastegui Edgar Luciano, Mg.

Cevallos - Ecuador

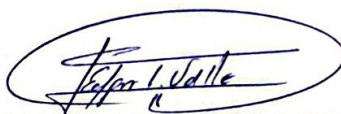
2026

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: “Efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) variedad Monterrey” del alumno Aguagallo Jinde Lady Mabel, estudiante de la carrera de Agronomía, expongo que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el **Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato**.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designados por **Consejo Directivo de la Facultad**.

Cevallos, junio 2026



---

Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito, Aguagallo Jinde Lady Mabel, portadora de cédula de ciudadanía número: 1805636220, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “Efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) variedad Monterrey” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es expresamente de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, junio de 2026



Aguagallo Jinde Lady Mabel

**AUTORA**

## DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) variedad Monterrey” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato publicación de este Informe Final o de parte de él.

Cevallos, junio de 2026



Aguagallo Jinde Lady Mabel

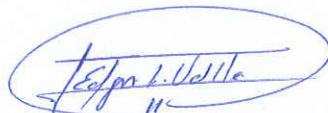
**AUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Titulación, “Efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) variedad Monterrey” de Aguagallo Jinde Lady Mabel, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Cevallos, junio de 2026

REVISADO POR

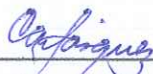


Ing. Valle Velastegui Edgar Luciano, Mg.

**TUTOR**

## APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Para constancia firman:



Ing. Vásquez Freytez Carlos Luis, PhD.

**PRESIDENTE**



Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.

**MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO**



Ing. Espinoza Vaca Jorge Santiago, PhD.

**MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO**

## DEDICATORIA

A mi madre **Yolanda**, quien ha sido mi refugio, mi apoyo incondicional y una de las personas más importantes de mi vida. Gracias por escucharme siempre, por compartir mis alegrías, mis preocupaciones y mis sueños. Gracias por cada consejo, cada palabra de aliento y por enseñarme, con su ejemplo, el verdadero significado de la fortaleza, el trabajo y la perseverancia. La admiro profundamente por todo lo que hace cada día y por nunca dejarme rendir. Este logro también le pertenece.

A mi padre **Milton**, porque gran parte de este sueño comenzó con usted. Gracias por transmitirme su amor por la agronomía y por inspirarme a seguir el camino profesional. Gracias por compartir conmigo sus conocimientos, por orientarme en los temas de mi carrera y por enseñarme el valor de la responsabilidad y el trabajo honesto. Espero que este logro también represente la realización de un sueño que un día nació en usted y que hoy me siento orgullosa de alcanzar.

A mis hermanas **Daisy, Sarahí y Evelin**, por ser una parte fundamental de mi vida. A Daisy, por ser mi compañera de aventuras desde la infancia, mi confidente y mi amiga incondicional. A Evelin porque, aunque nuestras personalidades fueran diferentes como hermanas tuvimos un vínculo especial que valoro profundamente. A Sarahí, la más pequeña, por su tranquilidad y ternura siempre he deseado ser un ejemplo positivo para ti y espero que encuentres la fuerza para perseguir cada uno de tus sueños. A mi abuelita **María**, quien ha sido como una segunda madre para mí. Gracias por cuidarme con tanto amor a lo largo de mi vida y estar siempre presente.

Finalmente, dedico este logro a toda mi familia. Gracias por acompañarme durante este camino. Este título no representa únicamente mi esfuerzo, sino también el amor, el sacrificio y el apoyo de cada uno de ustedes. Con todo mi cariño, admiración y gratitud, les dedico este sueño hecho realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por concederme la vida, la salud y la sabiduría necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres, Yolanda y Milton, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio diario. Gracias por brindarme los valores, la fortaleza y la motivación para alcanzar esta meta, sin el apoyo de ellos no lo hubiese logrado.

A mis hermanas, Daisy, Sarahí y Evelin, por su cariño, compañía y palabras de aliento durante todo este proceso. A mi abuelita, María, por sus bendiciones, su ternura y el amor que siempre me ha brindado.

A la Universidad Técnica de Ambato, y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por abrirme sus puertas y permitirme formarme académica y profesionalmente en la carrera de Agronomía.

A mis amigas de la universidad, Emily y Matilde, por su amistad sincera, apoyo incondicional y por compartir conmigo momentos de esfuerzo, aprendizaje, alegría, tristeza a lo largo de esta etapa académica.

A mis docentes de la carrera de Agronomía, por compartir sus conocimientos y experiencias, contribuyendo significativamente a mi formación profesional.

A mi tutor de tesis y a todas las personas que, de una u otra manera, me brindaron su apoyo y orientación para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

Finalmente, agradezco a mi familia, quienes han sido mi mayor inspiración y el pilar fundamental para alcanzar este importante logro.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

|                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| PORTADA.....                                                              | i    |
| APROBACIÓN DEL TUTOR .....                                                | ii   |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....                                   | iii  |
| DERECHOS DE AUTOR.....                                                    | iv   |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....                                    | v    |
| DEDICATORIA .....                                                         | vi   |
| AGRADECIMIENTO .....                                                      | vii  |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....                                        | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                                    | xi   |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS.....                                                   | xii  |
| RESUMEN EJECUTIVO .....                                                   | xiv  |
| ABSTRACT .....                                                            | xv   |
| CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....                                            | 1    |
| INTRODUCCIÓN.....                                                         | 1    |
| MARCO TEÓRICO .....                                                       | 4    |
| 1.1.    Antecedentes investigativos .....                                 | 4    |
| 1.2.    Bases conceptuales .....                                          | 8    |
| 1.2.1.    Cultivo de fresa ( <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> ).....     | 8    |
| 1.2.1.1.    Taxonomía y origen.....                                       | 9    |
| 1.2.2.    Condiciones edafoclimáticas .....                               | 10   |
| 1.2.3.    Variedad Monterrey .....                                        | 10   |
| 1.2.4.    Sistema radicular en fresa .....                                | 11   |
| 1.2.5.    Establecimiento del cultivo.....                                | 11   |
| 1.2.5.1.    Siembra con cobertura plástica (acolchado).....               | 12   |
| 1.2.5.2.    Levantamiento de camas, instalación de sistema de riego. .... | 12   |



|                          |                                                |    |
|--------------------------|------------------------------------------------|----|
| 1.2.5.3.                 | <i>Incorporación de materia orgánica.</i>      | 12 |
| 1.2.6.                   | Microorganismos benéficos del suelo            | 13 |
| 1.2.7.                   | <i>Trichoderma</i> spp. como agente benéfico   | 13 |
| 1.2.8.                   | Bioestimulantes en la agricultura              | 14 |
| 1.2.9.                   | Agricultura sostenible                         | 15 |
| 1.3.                     | Objetivos                                      | 16 |
| 1.3.1.                   | General                                        | 16 |
| 1.3.2.                   | Específicos                                    | 16 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA |                                                | 17 |
| METODOLOGÍA              |                                                | 17 |
| 2.1.                     | Área de estudio                                | 17 |
| 2.1.1.                   | Modalidad de investigación                     | 18 |
| 2.2.                     | Equipos y Materiales                           | 18 |
| 2.2.1                    | Equipos                                        | 18 |
| 2.2.2.                   | Materiales                                     | 18 |
| 2.3.                     | Factores de estudio                            | 19 |
| 2.4.                     | Diseño experimental                            | 19 |
| 2.4.1.                   | Distribución de parcelas                       | 20 |
| 2.5.                     | Hipótesis                                      | 20 |
| 2.5.1.                   | Hipótesis nula (H0)                            | 20 |
| 2.5.2.                   | Hipótesis alternativa (H1):                    | 20 |
| 2.6.                     | Metodología                                    | 20 |
| 2.6.1.                   | Material Vegetal                               | 20 |
| 2.6.2.                   | Manejo del experimento                         | 21 |
| 2.6.3.                   | Aplicación de tratamientos                     | 22 |
| 2.6.3.1.                 | <i>Preparación del inóculo de Trichoderma.</i> | 22 |
| 2.6.3.2.                 | <i>Aplicación al trasplante.</i>               | 23 |

|                                                    |                                         |    |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|----|
| 2.6.3.3.                                           | <i>Aplicaciones posteriores.</i>        | 23 |
| 2.6.3.4.                                           | <i>Tratamiento convencional (T3).</i>   | 24 |
| 2.7.                                               | <b>Variables Respuesta.</b>             | 24 |
| 2.8.                                               | <b>Análisis estadístico</b>             | 25 |
| <b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>        |                                         | 26 |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                      |                                         | 26 |
| 3.1.                                               | <b>Porcentaje de prendimiento (%)</b>   | 26 |
| 3.2.                                               | <b>Longitud radicular (cm)</b>          | 27 |
| 3.3.                                               | <b>Altura de la planta a los 30 DDT</b> | 29 |
| 3.4.                                               | <b>Altura de la planta a los 60 DDT</b> | 30 |
| 3.5.                                               | <b>Número de estolones</b>              | 31 |
| 3.6.                                               | <b>Comprobación de la hipótesis</b>     | 32 |
| <b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> |                                         | 33 |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>              |                                         | 33 |
| 4.1.                                               | <b>Conclusiones</b>                     | 33 |
| 4.2.                                               | <b>Recomendaciones</b>                  | 33 |
| <b>CAPITULO V.- BIBLIOGRAFÍA</b>                   |                                         | 34 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> <i>Taxonomía de la planta</i> .....                  | 9  |
| <b>Tabla 2.</b> <i>Clasificación taxonómica de Trichoderma</i> ..... | 13 |
| <b>Tabla 3.</b> <i>Tratamientos</i> .....                            | 19 |
| <b>Tabla 4.</b> <i>Esquema del Diseño Experimental</i> .....         | 20 |
| <b>Tabla 5.</b> <i>Porcentaje de prendimiento</i> .....              | 46 |
| <b>Tabla 6.</b> <i>Longitud radicular</i> .....                      | 47 |
| <b>Tabla 7.</b> <i>Altura de la planta a los 30 DDT</i> .....        | 47 |
| <b>Tabla 8.</b> <i>Altura de la planta a los 60 DDT</i> .....        | 47 |
| <b>Tabla 9.</b> <i>Número de estolones</i> .....                     | 47 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> <i>Ubicación del área de estudio</i> .....                                              | 17 |
| <b>Figura 2.</b> <i>Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de prendimiento</i> .....          | 26 |
| <b>Figura 3.</b> <i>Prueba de Tukey al 5 % para la variable longitud radicular</i> .....                 | 28 |
| <b>Figura 4.</b> <i>Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 60 DDT</i><br>..... | 30 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> <i>Análisis de Varianza para la variable porcentaje de prendimiento .....</i>    | 40 |
| <b>Anexo 2.</b> <i>Análisis de Varianza para la variable longitud radicular .....</i>            | 40 |
| <b>Anexo 3.</b> <i>Análisis de Varianza para la variable altura de la planta a los 30 DDT ..</i> | 40 |
| <b>Anexo 4.</b> <i>Análisis de Varianza para la variable altura de la planta a los 60 DDT ..</i> | 40 |
| <b>Anexo 5.</b> <i>Análisis de Varianza para la variable número de estolones .....</i>           | 40 |
| <b>Anexo 6.</b> <i>Preparación del terreno y camas .....</i>                                     | 41 |
| <b>Anexo 7.</b> <i>Trasplante y preparación del tratamiento .....</i>                            | 42 |
| <b>Anexo 8.</b> <i>Preparación y aplicación de los tratamientos .....</i>                        | 44 |
| <b>Anexo 9.</b> <i>Toma de datos .....</i>                                                       | 45 |

## RESUMEN EJECUTIVO

La fresa (*Fragaria* × *ananassa*) constituye uno de los cultivos frutícolas de mayor importancia económica debido a su alta demanda en mercados nacionales e internacionales. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con dos enraizantes comerciales sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa variedad Monterrey en condiciones de campo abierto, en la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua. La investigación se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados correspondieron a la combinación de *Trichoderma* spp. con dos enraizantes comerciales y un tratamiento convencional basado en fungicidas químicos. Se evaluaron las variables porcentaje de prendimiento, longitud radicular, altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante y número de estolones. Los resultados mostraron que no existieron diferencias estadísticas significativas para la altura de planta a los 30 días y número de estolones; sin embargo, se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de prendimiento, la longitud radicular y la altura de planta a los 60 días después del trasplante. El tratamiento conformado por *Trichoderma* spp. y el enraizante Raizyner presentó los mejores resultados en las variables, favoreciendo el desarrollo radicular y el crecimiento vegetativo de las plantas. Se concluye que la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes comerciales constituye una alternativa biológica viable para fortalecer el establecimiento inicial del cultivo de fresa y contribuir al desarrollo de sistemas productivos más sostenibles.

**PALABRAS CLAVES:** *Trichoderma* spp.; establecimiento del cultivo de fresa; desarrollo radicular; vigor vegetativo; agricultura sostenible.

## ABSTRACT

The strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) is one of the most economically important fruit crops due to its high demand in national and international markets. In this context, the present research aimed to evaluate the effect of inoculation with *Trichoderma* spp. combined with two commercial rooting agents on the establishment and vegetative vigor of the Monterrey strawberry variety under open field conditions in the Santa Rosa parish, Tungurahua province. The research was conducted using a Randomized Complete Block Design with three treatments and three replications. The treatments evaluated consisted of a combination of *Trichoderma* spp. with two commercial rooting agents and a conventional treatment based on chemical fungicides. The variables evaluated were percentage of successful rooting, root length, plant height at 30 and 60 days after transplanting, and number of stolons. The results showed that there were no statistically significant differences in plant height at 30 days or in the number of stolons; however, significant differences were found in the percentage of survival, root length and plant height 60 days after transplanting. The treatment comprising *Trichoderma* spp. and the rooting agent Raizyner yielded the best results across these variables, promoting root development and the vegetative growth of the plants. It is concluded that the inoculation of *Trichoderma* spp. combined with commercial rooting agents constitutes a viable biological alternative for strengthening the initial establishment of strawberry crops and contributing to the development of more sustainable production systems.

**KEYWORDS:** *Trichoderma* spp.; strawberry crop establishment; root development; vegetative vigor; sustainable agriculture.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En Ecuador el desarrollo agrícola sostenible cuenta con un sólido respaldo normativo. El Artículo 13 de la Constitución consagra el derecho a la soberanía alimentaria, mientras que el Artículo 14 de la LORSA incentiva la producción agroecológica. Por lo cual, es prioritario evaluar alternativas biológicas que optimicen cultivos de alto interés comercial. El estudio del efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. surge como una estrategia técnica sustentable para potenciar el establecimiento y vigor vegetativo de la fresa (**Garcés, 2022**).

La fresa (*Fragaria* × *ananassa*) es uno de los cultivos frutícolas más importantes y ampliamente producidos a nivel mundial. Su origen como cultivo comercial se remonta a Europa, donde los primeros cultivares se desarrollaron en Francia a finales del siglo XVIII, a partir de la hibridación entre especies americanas (*F. virginiana* y *F. chiloensis*). Debido a ello, es considerada uno de los cultivos frutales domesticados más recientemente en la agricultura moderna (**Fan & Whitaker, 2024**).

A escala internacional, la producción de fresa se concentra principalmente en Asia, América y Europa. China lidera la producción mundial con más del 35 % del total, seguida por Estados Unidos, Egipto, México y Turquía, países que en conjunto aportan más del 60 % de la producción global (**Santosa, 2026**). En América del Sur los principales productores son Brasil y Chile seguidos por Argentina, Colombia, Perú y Ecuador. La producción puede mantenerse durante todo el año gracias a la diversidad climática y altitudinal de la región. Gran parte del material vegetal utilizado en Sudamérica proviene de cultivares desarrollados por programas de mejoramiento genético de la Universidad de California (UC) (**Kirschbaum et al., 2017**).

En Ecuador, la producción de fresa es relativamente pequeña en comparación con otros países productores de América del Sur, ubicando al país alrededor del puesto 67 a nivel mundial. Entre las principales zonas productoras se destaca la provincia de



Tungurahua, donde el cultivo de fresa ha adquirido gran importancia dentro de los sistemas productivos agrícolas locales. En esta provincia existen aproximadamente 480 hectáreas cultivadas con fresa, concentradas principalmente en los cantones Ambato y Tisaleo. En esta actividad productiva participan alrededor de 3.200 productores, de los cuales cerca del 65 % son mujeres rurales, lo que evidencia la importancia del cultivo como una alternativa económica relevante para las familias agricultoras de la región (**Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2025**)

Uno de los factores determinantes para el éxito del cultivo de fresa es el adecuado establecimiento de las plantas durante las primeras etapas de desarrollo ya que en esta fase se define el vigor vegetativo, el desarrollo del sistema radicular y la capacidad de absorción de agua y nutrientes. Un sistema radicular bien desarrollado permite mejorar el anclaje de la planta al suelo, aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes y favorecer el crecimiento vegetativo, lo que posteriormente se refleja en un mejor rendimiento y calidad de los frutos (**Santacruz- Oviedo et al., 2020**).

El uso de microorganismos benéficos del suelo ha cobrado gran relevancia dentro de los sistemas de producción agrícola sostenible según **Verma et al. (2024)** el aumento de las poblaciones de microorganismos promueve la mineralización de los nutrientes del suelo maximizando el rendimiento del cultivo. La agricultura intensiva moderna utiliza grandes cantidades de fertilizantes químicos que son caros, escasos y perjudiciales para el suelo, el agua y el medio ambiente reduciendo la calidad y el rendimiento de los cultivos.

Entre estos microorganismos destacan los hongos del género *Trichoderma* spp que son agentes de control biológico, pueden reducir las pérdidas causadas por enfermedades fúngicas, producen enzimas que degradan la pared celular, parasitando esclerocios, induciendo respuestas de defensa sistémicas, promoviendo el crecimiento de la planta y reclutando otros organismos beneficiosos (**Silva et al., 2025**).

Los enraizantes comerciales suelen ser una herramienta utilizada en las etapas de establecimiento y trasplante muy importante en la formación de raíces, estos productos contienen compuestos como algas marinas, fósforo, fitohormonas,

activadores metabólicos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y reguladores de crecimiento los cuales ayudan en la emisión de raíces secundarias, en algunos cultivos hortícolas y frutales, el uso de enraizantes ha permitido incrementar entre un 15 % y 30 % el desarrollo radicular y mejorar el establecimiento inicial de las plantas **(Islas, 2025)**. La combinación de *Trichoderma* spp. con enraizantes comerciales generaría un efecto complementario, integrando la acción biológica del microorganismo con el estímulo fisiológico de los compuestos promotores.

A pesar de los avances en el uso de estos agentes biológicos, aún existe limitada información experimental sobre el efecto de la aplicación combinada de *Trichoderma* spp. y enraizantes bajo condiciones de campo abierto en las principales zonas productoras en la provincia de Tungurahua. En este contexto, resulta necesario evaluar el efecto de estas alternativas sobre el establecimiento y crecimiento del cultivo de fresa, con el fin de generar información técnica que contribuya al manejo agronómico sostenible del cultivo y al desarrollo de sistemas de producción más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Diversos estudios han demostrado que diferentes especies del género *Trichoderma* pueden colonizar la rizósfera de las plantas, estableciendo interacciones benéficas que favorecen el desarrollo radicular y el vigor vegetativo. **Poveda (2021)**, señala que los hongos del género *Trichoderma* tienen la capacidad de actuar como promotores del crecimiento vegetal al producir fitohormonas, solubilizar nutrientes y mejorar la disponibilidad de elementos minerales en el suelo. Además, estos microorganismos contribuyen a proteger las plantas frente a patógenos del suelo mediante mecanismos de competencia y de antibiosis.

**Chen et al. (2025)**, llevaron a cabo una revisión para analizar la doble función de *Trichoderma* como agente de control biológico y promotor del crecimiento vegetal en sistemas agrícolas sostenibles. La metodología de este estudio consistió en una revisión crítica de las investigaciones recientes sobre la ecología, la adaptación, el modo de acción y las aplicaciones agrícolas de las especies del género *Trichoderma*. Los hallazgos clave revelaron que estos hongos colonizan la zona radicular, produciendo enzimas hidrolíticas, metabolitos secundarios, compuestos orgánicos volátiles y hormonas vegetales al tiempo que inducen respuestas de defensa en las plantas, los autores destacaron que *Trichoderma* promueve el desarrollo radicular, mejora la absorción de nutrientes, aumenta la tolerancia al estrés biótico y abiótico, y reduce la dependencia de los fungicidas químicos. Estos antecedentes proporcionan una base teórica para comprender cómo la inoculación con especies de *Trichoderma* durante las primeras etapas del cultivo puede mejorar el establecimiento y el vigor de crecimiento de la fresa.

**Radi et al. (2026)**, llevaron a cabo un estudio para evaluar la posible actividad antimicrobiana de 16 cepas de *Trichoderma* frente a *Botrytis cinerea*, el patógeno responsable del moho gris en las fresas, y para investigar su efecto en la conservación de la calidad del fruto. Los métodos de investigación incluyeron pruebas in vitro e in vivo, ensayos en invernadero e identificación molecular de las cepas. Los resultados

mostraron que todas las cepas inhibieron significativamente el crecimiento del micelio del patógeno, con tasas de inhibición que oscilaron entre el 76 % y el 89 %. *T. spirale* y *T. asperellum* demostraron efectos particularmente marcados, reduciendo la incidencia del moho gris y mejorando al mismo tiempo indicadores de calidad como la firmeza del fruto, el contenido de sólidos solubles y el índice de madurez. Este antecedente es relevante porque demuestra la eficacia de *Trichoderma* spp. En el cultivo fresa y respalda su uso como alternativa biológica frente al manejo químico convencional en cultivos de importancia comercial.

**Morales-Mora et al. (2020)**, llevaron a cabo un estudio destinado a identificar los hongos asociados al cultivo de fresa y a evaluar la actividad antimicrobiana in vitro de una cepa de *Trichoderma harzianum* frente a los hongos aislados. El método consistió en recolectar plantas de fresa que presentaban síntomas fúngicos, aislar los microorganismos en medio PDA y cultivarlos como cultivos de espora única luego se evaluó la actividad antimicrobiana de los patógenos contra la cepa T-H4 de *T. harzianum* utilizando un método de cultivo doble. Los resultados identificaron hongos asociados con frutos, hojas, tallos y raíces, detectándose *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. en el sistema radicular. La cepa T-H4 mostró actividad antifúngica contra los géneros *Colletotrichum*, *Pythium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* y *Curvularia*.

**Carrillo et al. (2022)**, llevaron a cabo un estudio en Colombia para evaluar alternativas biológicas para el control de enfermedades fúngicas radicales y la producción de fresas más respetuosa con el medio ambiente. El diseño del estudio se basó en un experimento de bloques aleatorios que comprendía siete grupos de tratamiento y cuatro repeticiones en el que se compararon agentes de control biológico, tales como microorganismos de montaña, extractos de rizosfera, M6, *Trichoderma*, fungicidas químicos y un testigo. Se evaluaron variables como la incidencia y el área bajo la curva de progresión de la enfermedad. Los resultados revelaron que los principales patógenos de las raíces eran *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. Algunos agentes de control biológico demostraron una eficacia equivalente a la de los productos químicos, el tratamiento con *Trichoderma* mostró una eficacia moderada intermedia. Estos antecedentes demuestran que la eficacia de los agentes de control biológico puede variar dependiendo del entorno, el tipo de formulación y el patógeno,

lo cual es una consideración importante al interpretar los resultados de este estudio en condiciones de campo.

Un estudio reciente en Perú encontró que la inoculación de *Trichoderma* sp. junto con *Pseudomonas putida* incrementó la biomasa aérea y el área foliar de plantas de fresa en condiciones de campo, en comparación con tratamientos sin inoculación. Los resultados indican que la coinoculación de *Trichoderma* sp. y *Pseudomonas putida* incrementó el área foliar en un 7% y mejoró la biomasa fresca y seca de la parte aérea en un 13% y un 28%, respectivamente, en comparación con el tratamiento sin inoculación microbiana. Este antecedente confirma que la inoculación de *Trichoderma* en fresa puede favorecer el crecimiento vegetativo y la respuesta fisiológica de las plantas en condiciones productivas. (Huasasquiche et al., 2024).

Morillo et al. (2024) llevaron a cabo un estudio en Argentina para investigar los efectos de la inoculación con *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad del fruto de las fresas (*Fragaria × ananassa*). La metodología de la investigación incluyó la inmersión de las raíces al inicio de la siembra, seguido de la aplicación de *T. harzianum* a lo largo de la temporada de cultivo en un sistema de cultivo mixto compuesto por ajo, mostaza roja, romero, tomillo y menta. Los resultados confirmaron un impacto positivo en el crecimiento y el rendimiento de las plantas junto con una mejora en la calidad del fruto. Los autores destacaron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* podría integrarse en los sistemas agroecológicos de cultivo de fresas como una alternativa sostenible. En este estudio se adopta un método de aplicación similar a la inmersión de raíces y resalta la importancia de inocular *Trichoderma* desde las primeras etapas del cultivo.

Álvarez et al. (2018), llevaron a cabo un estudio en Ecuador para investigar los efectos de la inoculación de microorganismos beneficiosos en fresa (*Fragaria* sp.). El estudio constó de tres etapas: el muestreo de plantas en la provincia de Azuay, aislamiento de microorganismos beneficiosos y la evaluación de su efecto en fresas. Los resultados revelaron que la inoculación microbiana puede mejorar el crecimiento de las plantas al promover las interacciones entre las plantas y el suelo y estimular factores relacionados con el crecimiento vegetal. Destacaron que el uso de

microorganismos beneficiosos podría ser un medio alternativo para fortalecer los sistemas agrícolas sostenibles y reducir la dependencia de insumos químicos. En este estudio se demuestra que la fresa responde positivamente a la incorporación de microorganismos beneficiosos y proporciona evidencia local para justificar el uso de *Trichoderma* spp. como agente biológico en el manejo agronómico de este cultivo.

**Tulcan (2023)**, realizó una investigación en Ecuador con el objetivo de evaluar el efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.) en las variedades San Andreas y Monterrey, bajo condiciones de campo abierto en la provincia de Imbabura, reportó que la aplicación de microorganismos benéficos incluyendo *Trichoderma* spp. en el cultivo de fresa influyó positivamente en parámetros vegetativos y de rendimiento. Llevó a cabo un diseño experimental completamente al azar, con 10 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales, con dos dosis de 10 y 15 gramos de micorrizas más *Trichoderma* o *Bacillus subtilis* por planta. El tratamiento con mayor rentabilidad fue el T9 que consta de 15 g de micorrizas más 40 ml/planta de *Trichoderma* en la variedad Monterrey.

**Céspedes (2023)**, realizó una investigación en Perú con el objetivo de determinar el bioestimulante de mayor eficiencia en el desarrollo y producción de fresa var. Monterrey bajo condiciones de siembra con cobertura plástica y riego por goteo. La metodología fue experimental, cuantitativa, con diseño de bloques completamente al azar, cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos incluyeron un testigo y tres bioestimulantes comerciales: Rumba, Stimplex y Orgabiol. Se evaluaron variables vegetativas, radicales y productivas, como número de hojas, número de hijuelos, peso de raíz, volumen radicular, diámetro de fruto, número de frutos, peso de fruto y rendimiento. Los resultados indicaron que Stimplex destacó en número de hojas y producción, mientras que Orgabiol sobresalió en peso y volumen radicular.

**Verma et al. (2024)**, realizaron un estudio para evaluar los efectos de los nutrientes bioorgánicos en el crecimiento, rendimiento y calidad de las fresas (*Fragaria* × *ananassa*). La metodología consistió en evaluar variables de crecimiento de la planta, rendimiento y calidad del fruto mediante la aplicación de diversas

combinaciones de insumos orgánicos y bioorgánicos en condiciones de campo. Los resultados mostraron que las fuentes bioorgánicas mejoraron significativamente el desempeño agronómico del cultivo, potenciando el crecimiento de la planta, el rendimiento del fruto y los parámetros de calidad. Los autores concluyeron que el uso de alternativas bioorgánicas puede contribuir a sistemas de producción más sostenibles al reducir la dependencia de insumos sintéticos y mejorar la eficiencia fisiológica de los cultivos.

## **1.2. Bases conceptuales**

### **1.2.1. Cultivo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*)**

La fresa (*Fragaria* × *ananassa*) es una de las especies frutales de mayor importancia económica a nivel mundial debido a su gran aceptación en los mercados de fruta fresca y procesada, su valor nutricional y su capacidad de adaptación a diversas condiciones agroclimáticas. Esta especie pertenece a la familia Rosaceae y es el resultado de la hibridación natural entre *F. virginiana*, originaria de Norteamérica, y *F. chiloensis* de la región costera de Chile, aun cuando el origen del género *Fragaria* no está bien definido este agrupa unos 400 taxones descritos de los cuales 20 están debidamente reconocido **(Infoagro, 2020)**. La domesticación de la fresa moderna representa uno de los procesos de mejora genética más recientes en cultivos frutales, permitiendo el desarrollo de variedades con mayor productividad, calidad de fruto y adaptación ambiental **(Fan & Whitaker, 2024)**.

Desde una perspectiva agronómica, la fresa es una planta herbácea perenne que generalmente se cultiva como anual en sistemas comerciales intensivos. Posee un tallo corto llamado corona, del cual emergen hojas trifoliadas, inflorescencias, estolones y el sistema radicular. Su desarrollo y productividad dependen en gran medida de la capacidad de la planta para establecer un sistema radicular funcional durante las etapas iniciales posteriores al trasplante, ya que este órgano es responsable de la absorción de agua y nutrientes necesarios para el crecimiento vegetativo **(Soto, 2003)**.

### 1.2.1.1. Taxonomía y origen.

**Tabla 1.** Taxonomía de la planta

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| Reino      | Plantae                  |
| División   | Magnoliophyta            |
| Clase      | Magnoliopsida            |
| Orden      | Rosales                  |
| Familia    | Rosaceae                 |
| Subfamilia | Rosoideae                |
| Género     | <i>Fragaria</i>          |
| Especie    | <i>Fragaria ananassa</i> |

**Fuente:** (Infoagro, 2020)

La fresa (*Fragaria* × *ananassa*) es una planta perteneciente al género *Fragaria*, de la subfamilia Rosoidae, familia Rosaceae. Sus orígenes se remontan al siglo XVIII en Europa, cuando *Fragaria virginiana* Mill., originaria de Norteamérica, y *Fragaria chiloensis* (L.) Mill., originaria de la costa oeste de Sudamérica, se cruzaron de forma natural. Esta combinación genética dio como resultado un híbrido que poseía características deseables de ambas especies, como el tamaño del fruto, la adaptabilidad a diversas condiciones ambientales y la productividad, lo que condujo a su desarrollo hasta convertirse en la especie que actualmente domina la producción mundial de fresas (**Hancock, 2020**).

Desde una perspectiva taxonómica, *Fragaria* × *ananassa* es una especie octaploide ( $2n = 8x = 56$ ), característica que le confiere una alta diversidad genética y una excelente adaptabilidad a diversos entornos de cultivo (**Aguilar Tlatelpa et al., 2019**). Según **Hardigan et al. (2021)**, la complejidad genética de las fresas modernas ha permitido el desarrollo de numerosas variedades comerciales con características específicas relacionadas con el rendimiento, la firmeza de la pulpa, la calidad sensorial, la resistencia a enfermedades y la adaptabilidad climática. Esta diversidad genética es uno de los recursos clave utilizados en los programas de mejoramiento genético para satisfacer las demandas del mercado internacional.



### 1.2.2. Condiciones edafoclimáticas

En relación con la nutrición y crecimiento de los cultivos de fresa, la textura, estructura, pH, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico son consideradas como las propiedades físicas y químicas más importantes del suelo. El suelo ideal para la fresa es de textura suelta, rico en materia orgánica y con un pH de 5,5 a 6,5. El cultivo exige humedad constante, requiriendo entre 700 y 900 mm de lluvia anual y una humedad relativa del 60 al 75%. Cuando estos valores se alteran se debe intensificar el manejo agronómico, monitoreando con rigor tres hongos clave: el moho gris (*Botrytis cinerea*), el mildew polvoso (*Sphaerotheca pannosa*) y la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*). Respecto al clima se adapta a altitudes de 1200 a más de 3000 msnm y a temperaturas de 10 a 26 °C, siendo el rango óptimo de 18 °C en el día y 12 °C en la noche (Acuña Caíta & Fischer, 2020).

### 1.2.3. Variedad Monterrey

La variedad de fresa Monterrey es actualmente la más popular en California, representando el 26,6% de la superficie cultivada en 2023. Le siguen Portola (12,8%), Fronteras (10,7%), Cabrillo (4,3%) y San Andreas (1,9%). Se estima que Monterrey se convierta en la variedad más popular en los próximos años. La variedad ofrece rendimientos consistentemente altos en diversas condiciones ambientales, además de un excelente sabor, color y textura (Holmes, 2024).

La variedad Monterrey que se distingue por su elevada capacidad de floración y producción continua. Presenta un crecimiento vigoroso con rápido desarrollo vegetativo durante la fase de establecimiento. Sus frutos tienen consistencia firme, color rojo y buena capacidad de conservación postcosecha. De la misma manera presenta tolerancia moderada a condiciones de alta humedad y a *Botritis cinérea* y puede ser susceptible al oídio y al ataque de trips y ácaros. Bajo condiciones de manejo adecuadas puede alcanzar rendimientos cercanos a 81 t ha<sup>-1</sup> en un ciclo productivo de nueve meses (LLahuen, 2026).

#### **1.2.4. Sistema radicular en fresa**

El sistema radicular constituye uno de los órganos más importantes en el desarrollo y productividad de la planta de fresa, debido a que es responsable de la absorción de agua y nutrientes, el anclaje de la planta al suelo y la interacción con el microbiota presente en la rizósfera. Según **Hancock (2020)**, la fresa posee un sistema radicular fasciculado compuesto por numerosas raíces adventicias que se originan en la corona de la planta y se distribuyen principalmente en los primeros 20 a 30 cm del perfil del suelo. Esta característica determina una alta sensibilidad a las condiciones de humedad, fertilidad y aireación del suelo, especialmente durante las etapas iniciales de establecimiento. El sistema radicular de la fresa está compuesto por raíces adventicias que se desarrollan a partir de la corona. Estas raíces son relativamente superficiales, lo que limita su capacidad de exploración del suelo.

La estructura radicular desempeña un papel crucial en la productividad agrícola de las plantas. Un sistema radicular amplio y funcional aumenta la absorción de agua y nutrientes, mejora la eficiencia fotosintética y favorece la acumulación de biomasa. Por el contrario, cuando se observa un desarrollo radicular deficiente puede provocar deficiencias nutricionales, una reducción del crecimiento vegetativo y una menor resistencia a los diferentes factores de estrés (**Acuña Caíta & Fischer, 2020**). Por lo tanto, promover el desarrollo radicular es una estrategia fundamental para el establecimiento y el aumento de la productividad de diversos cultivos hortícolas.

#### **1.2.5. Establecimiento del cultivo**

El establecimiento del cultivo corresponde al período comprendido entre el trasplante y la completa adaptación de la planta a las condiciones del campo de producción. Durante esta etapa ocurren procesos fisiológicos fundamentales que determinan la supervivencia, crecimiento inicial y potencial productivo futuro de las plantas. En el cultivo de fresa, el establecimiento constituye una fase crítica debido a que el trasplante genera un estrés fisiológico asociado a la pérdida parcial del sistema radicular, cambios en las condiciones ambientales y alteraciones temporales en la absorción de agua y nutrientes (**Hancock, 2020**).

El establecimiento es la etapa crítica en el ciclo del cultivo de fresa, donde se define el éxito del desarrollo posterior. Si se tienen antecedentes de enfermedades en los lotes, se recomienda realizar una desinfección del suelo después de aplicar las enmiendas, empleando métodos como la solarización (**Acuña Caita & Fischer, 2020**).

#### ***1.2.5.1. Siembra con cobertura plástica (acolchado).***

El acolchado o también llamado mulch una técnica agrícola que consiste en cubrir la superficie del suelo alrededor de las plantas con una capa de material orgánico o sintético (**Rementería & Torres, 2024**). El objetivo de utilizar acolchado plástico es aumentar el rendimiento de los cultivos, prevenir el crecimiento de malezas, mejorar la retención de agua para reducir la evaporación del agua de riego y, en consecuencia, mantener niveles de humedad del suelo más uniformes, reduciendo así la frecuencia de riego y evitando que la fruta entre en contacto con el suelo (**Chaves et al., 2013**).

#### ***1.2.5.2. Levantamiento de camas, instalación de sistema de riego.***

El levantamiento de camas es una práctica agronómica que consiste en la formación de estructuras elevadas de suelo sobre la superficie del terreno destinadas al establecimiento del cultivo. Esta labor se realiza después de la preparación del suelo y tiene como finalidad mejorar las condiciones físicas para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En el cultivo de fresa las camas elevadas favorecen el drenaje del agua, reducen los problemas de encharcamiento y permiten una adecuada aireación de la zona radicular, factores que contribuyen al desarrollo óptimo de las raíces y a una mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrientes (**Acuña Caita & Fischer, 2020**).

#### ***1.2.5.3. Incorporación de materia orgánica.***

Es una práctica agronómica que consiste en incorporar al suelo materiales de origen vegetal, animal o compostado para potenciar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Se lleva a cabo durante la preparación del suelo antes de la siembra, donde la materia orgánica se mezcla con el suelo para favorecer su descomposición gradual. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de

retención de agua, mejora la aireación y reduce la compactación. Además, estimula el desarrollo y la actividad de microorganismos beneficiosos incrementando los procesos de mineralización y la disponibilidad de nutrientes (Julca-Otiniano et al., 2006).

#### 1.2.6. Microorganismos benéficos del suelo

El suelo constituye un ecosistema biológicamente activo en el que interactúan diversos organismos capaces de influir positiva o negativamente sobre el crecimiento de las plantas. Dentro de esta comunidad biológica, los microorganismos benéficos desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el reciclaje de nutrientes y la promoción del desarrollo vegetal. Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal comprenden bacterias, hongos y otros microorganismos capaces de colonizar la rizósfera y establecer interacciones beneficiosas con las raíces de las plantas (Cano, 2011).

#### 1.2.7. *Trichoderma* spp. como agente benéfico

Según Martínez et al. (2015), la taxonomía del género *Trichoderma* es compleja debido a la gran diversidad de especies que lo conforman y a las continuas revisiones taxonómicas realizadas a lo largo del tiempo. Los autores señalan que este género fue descrito por primera vez por Christiaan Hendrik Persoon en 1794 y que, hasta la actualidad, su clasificación continúa siendo objeto de estudio e investigación.

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica de *Trichoderma*

|             |                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------|
| División    | Myxomycotina                                                     |
| Subdivisión | Deuteromycotina                                                  |
| Clase       | Hyphomicetes                                                     |
| Orden       | Hyphales                                                         |
| Familia     | Monilaceae                                                       |
| Género      | Trichoderma                                                      |
| Especie     | <i>T. harzianum</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>T. viride</i> , etc |

Elaborado por: (Lasluisa, 2023)

Las especies de *Trichoderma* generalmente presentan una excelente adaptabilidad ecológica, pudiendo habitar casi cualquier suelo agrícola gracias a su rápido crecimiento, abundante producción de esporas y la posesión de diversas enzimas. Dado que su hábitat es el suelo, inicialmente se las consideró agentes de control biológico contra patógenos transmitidos por el suelo, pero también se ha comprobado su eficacia contra hongos que causan enfermedades foliares. Este efecto de control depende de cepas específicas de *Trichoderma*, ya que el modo de acción puede variar incluso dentro de la misma especie según la cepa (**Martínez et al., 2013**).

Uno de los principales mecanismos de acción de *Trichoderma* spp. es su capacidad para antagonizar microorganismos fitopatógenos mediante procesos como el micoparasitismo, la competencia por espacio y nutrientes y la producción de metabolitos con actividad antifúngica. Estas características permiten reducir la incidencia y severidad de enfermedades causadas por hongos del suelo contribuyendo a un manejo fitosanitario más sostenible y disminuyendo la dependencia de productos químicos. Actúa como promotor del crecimiento vegetal al estimular el desarrollo radicular, incrementar la absorción de agua y nutrientes (**Kubicek, et al., 2011**).

#### **1.2.8. Bioestimulantes en la agricultura**

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que al ser aplicados a las plantas, mejoran la absorción y asimilación de nutrientes, incrementan la tolerancia al estrés biótico y abiótico independientemente de su contenido nutricional. Su acción se basa en la estimulación de procesos fisiológicos y metabólicos que contribuyen al crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos. Además, pueden mejorar la eficiencia en el uso de fertilizantes, optimizar las relaciones hídricas de las plantas y favorecer la calidad de la producción agrícola (**Valverde-Lucio et al., 2020**).

Los bioestimulantes pueden estar compuestos por microorganismos, extractos de algas, aminoácidos, proteínas, sustancias húmicas, compuestos hormonales y otros metabolitos biológicamente activos. Promueven procesos relacionados con la división celular, la fotosíntesis, la absorción de nutrientes, el crecimiento radicular y los mecanismos de defensa de las plantas frente a condiciones ambientales adversas.

También contribuyen a mantener el equilibrio fisiológico y hormonal necesario para un correcto crecimiento vegetativo y desarrollo reproductivo **(Fancelli, 2023)**.

En la agricultura moderna, los bioestimulantes son una herramienta importante para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción, al aumentar la eficiencia fisiológica de los cultivos y reducir parcialmente la dependencia de insumos convencionales. Se ha demostrado que la aplicación de bioestimulantes tiene efectos positivos en el crecimiento de las plantas, absorción de nutrientes, calidad de los cultivos y la tolerancia al estrés ambiental **(Valverde-Lucio et al., 2020)**.

### **1.2.9. Agricultura sostenible**

La agricultura sostenible es un método de producción agrícola que integra factores económicos, sociales y ambientales para satisfacer la demanda actual de alimentos, conservando al mismo tiempo los recursos naturales y asegurando la capacidad de producción para las generaciones futuras. Este sistema busca maximizar la productividad agrícola a largo plazo, minimizando los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana **(Mier-Tous et al., 2023)**.

La agricultura sostenible fomenta la implementación de prácticas que promueven el uso eficiente de los recursos naturales, conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y el agua, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. Además, es una estrategia fundamental para abordar los problemas derivados del cambio climático, degradación ambiental y la creciente demanda de alimentos y contribuye al desarrollo sostenible de los sistemas de producción agrícola **(Mier-Tous et al., 2023)**.

Entre las diversas alternativas para mejorar la agricultura sostenible, la utilización de microorganismos beneficiosos como *Trichoderma* spp. está atrayendo la atención por sus excelentes efectos en la promoción del crecimiento vegetal, la estimulación del desarrollo radicular, la mejora de la fertilidad del suelo y la reducción de la dependencia de fertilizantes y pesticidas sintéticos. Estas características contribuyen a una producción agrícola más eficiente, resiliente y respetuosa con el medio ambiente **(Cortés-Hernández et al., 2023)**.

## **Objetivos**

### **1.2.10. General**

Evaluar el efecto de la inoculación de *Trichoderma spp.* combinada con dos enraizantes comerciales sobre el establecimiento y vigor vegetativo del cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa*) variedad Monterrey en condiciones de campo abierto.

### **1.2.11. Específicos**

Diferenciar las características agronómicas por tratamiento en la etapa de establecimiento en el cultivo de fresa

Determinar el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo radicular y el crecimiento vegetativo de las plantas de fresa

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Área de estudio

La presente investigación correspondiente a Efecto de la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes sobre el establecimiento y vigor vegetativo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) variedad Monterrey se realizó en la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua, Ecuador. La zona se encuentra a 3 206,61 m.s.n.m. Las coordenadas aproximadas son: latitud 1°19' 18.81" S y longitud 78°40'51.09" W (**Google Earth, 2026**). El clima de la zona es templado andino, con temperaturas promedio de 9 - 16 °C, humedad relativa entre 60–80% y precipitación variable durante el año (**Meteo Consult, 2026**).

El experimento se desarrolló en condiciones de campo abierto en camas acolchadas, bajo un sistema tradicional de producción de fresa.

**Figura 1.** Ubicación del área de estudio





### **2.1.1. Modalidad de investigación**

La investigación es de tipo experimental, ya que se evaluó el efecto de diferentes tratamientos sobre variables relacionadas con el desarrollo radicular y el crecimiento vegetativo del cultivo. Además, corresponde a una investigación cuantitativa y aplicada, debido a que se obtendrán datos medibles que serán analizados estadísticamente para determinar el efecto de los tratamientos y generar información útil para el manejo agronómico del cultivo de fresa en condiciones de campo.

## **2.2. Equipos y Materiales**

### **2.2.1 Equipos**

- Dispositivo móvil para registro fotográfico
- Computadora
- Balanza digital
- Medidor de pH
- Libreta de campo
- Baldes de 20 litros
- Sistema de riego (goteo)
- Bomba de mochila de 20 litros

### **2.2.2. Materiales**

- Plantas de fresa (raíz desnuda)
- *Trichoderma* spp. (AgroVerde)
- Enraizante 1 (Raizal)
- Enraizante 2 (Rayziner)
- Melaza
- Ácidos húmicos
- Captain
- Topsin

### 2.3. Factores de estudio

**Factor:** Variable independiente

Corresponde a las diferentes combinaciones de aplicación de *Trichoderma* spp. y enraizantes.

**Tabla 3.** *Tratamientos*

| Tratamiento | Descripción                               | Dosis   |
|-------------|-------------------------------------------|---------|
| T1          | <i>Trichoderma</i> spp. (AgroVerde) +     | 5 g/l   |
|             | Enraizante 1 (Raizal)                     | 5 g/l   |
| T2          | <i>Trichoderma</i> spp. (AgroVerde) +     | 5 g/l   |
|             | Enraizante 2 (Raizyner)                   | 5 g/l   |
| T3          | Manejo convencional (fungicidas químicos) |         |
|             | Captan (Captain)                          | 2,5 g/l |
|             | Thiophanate-methyl (Topsin)               | 1,5 g/l |

### Variables dependientes

- Porcentaje de prendimiento (%)
- Longitud radicular (cm)
- Altura de planta (cm)
- Número de estolones

### 2.4. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y tres repeticiones para un total de nueve unidades experimentales.

### 2.4.1. Distribución de parcelas

**Tabla 4.** *Esquema del Diseño Experimental*

| Bloque I | Bloque II | Bloque III |
|----------|-----------|------------|
| T1       | T2        | T3         |
| T2       | T3        | T1         |
| T3       | T1        | T2         |

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis nula (H0)

La aplicación de *Trichoderma* spp. combinados con enraizantes comerciales no produce diferencias significativas en el desarrollo radicular ni en el vigor vegetativo del cultivo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en comparación con el tratamiento testigo.

### 2.5.2. Hipótesis alternativa (H1):

Al menos una aplicación de *Trichoderma* spp. combinados con enraizantes comerciales produce diferencias significativas en el desarrollo radicular y en el vigor vegetativo del cultivo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en comparación con el tratamiento testigo.

## 2.6. Metodología

### 2.6.1. Material Vegetal

Plántulas de fresa (raíz desnuda) variedad Monterrey.

### **2.6.2. Manejo del experimento**

#### **Preparación del terreno**

Previo al establecimiento del cultivo, el terreno fue acondicionado mediante labores de preparación que incluyeron la limpieza del área experimental y arado del suelo, con el propósito de obtener una superficie uniforme y adecuada para el desarrollo del cultivo. Posteriormente, se realizó el trazado del lote experimental y la delimitación de las unidades experimentales de acuerdo con el diseño establecido.

#### **Elaboración de camas**

Se construyeron camas elevadas de 20 m de longitud y 0,40 m de ancho, procurando una adecuada nivelación para facilitar el drenaje y el desarrollo radicular de las plantas, se incorporó cascarilla de arroz y abono orgánico (cuy). Posteriormente, las camas fueron cubiertas con acolchado plástico con el fin de conservar la humedad del suelo, reducir el crecimiento de malezas, disminuir el contacto de los frutos con el suelo y contribuir al control de la temperatura en la zona radicular.

#### **Instalación del sistema de riego**

Sobre cada cama se instaló un sistema de riego por goteo, garantizando un suministro uniforme de agua durante todo el ciclo de evaluación. El manejo del riego se realizó de acuerdo con los requerimientos hídricos del cultivo y las condiciones climáticas de la zona.

#### **Trasplante**

Las plántulas de fresa variedad Monterrey fueron trasplantadas en las camas previamente preparadas, estableciéndose a una distancia de 50 cm entre plantas y 20 cm entre hileras, con dos hileras por cama. Cada unidad experimental estuvo conformada por 80 plantas. El distanciamiento entre plantas se definió considerando

la emisión de estolones característica de la variedad Monterrey, permitiendo que las plantas hijas ocuparan los espacios generados por posibles pérdidas de prendimiento.

### **Aplicación de los tratamientos**

Los tratamientos se aplicaron desde el momento del trasplante. En los tratamientos biológicos (T1 y T2), el sistema radicular de las plántulas fue sometido a inmersión en las soluciones correspondientes de *Trichoderma spp.* y el enraizante comercial durante 15 minutos para realizar el trasplante. Las aplicaciones posteriores se efectuaron mediante drench al suelo, con el propósito de favorecer la colonización de la rizósfera y estimular el desarrollo radicular. En el tratamiento convencional (T3), el manejo consistió en la aplicación de Captan y Thiophanate-methyl (Topsin), de acuerdo con el programa fitosanitario establecido para el cultivo.

### **Manejo agronómico**

Durante el desarrollo del experimento, todas las unidades experimentales recibieron un manejo agronómico uniforme, con el fin de evitar que factores distintos a los tratamientos influyeran sobre los resultados. Las labores incluyeron:

- Fertilización, conforme al programa nutricional utilizado por el productor.
- Riego mediante sistema de goteo.
- Control manual de malezas.
- Manejo fitosanitario preventivo cuando fue necesario.
- Monitoreo permanente del estado sanitario y del desarrollo del cultivo.

#### **2.6.3. Aplicación de tratamientos**

##### **2.6.3.1. Preparación del inóculo de *Trichoderma*.**

Previo a cada aplicación, el producto a base de *Trichoderma spp.* fue activado biológicamente mediante una solución nutritiva. Para ello, 12 horas antes de la aplicación se preparó una mezcla compuesta por melaza y ácidos húmicos disueltos en agua, la cual permaneció en reposo durante toda la noche.

Antes de cada preparación se verificó el pH del agua proveniente del reservorio, registrándose un valor promedio de 6,5, considerado adecuado para el desarrollo y activación de las esporas de *Trichoderma* spp. La melaza actuó como fuente de carbono y energía para el microorganismo, mientras que los ácidos húmicos favorecieron la actividad microbiológica y la disponibilidad de nutrientes.

#### **2.6.3.2.        *Aplicación al trasplante.***

Al momento del trasplante, las plántulas de fresa fueron sometidas a un tratamiento de inmersión radicular en la solución que contenía *Trichoderma* y el enraizante correspondiente a cada tratamiento. Las raíces permanecieron sumergidas en la solución durante 15 minutos, tras lo cual se procedió inmediatamente a la siembra en campo definitivo.

#### **2.6.3.3.        *Aplicaciones posteriores.***

Posteriormente, se realizaron aplicaciones mediante el método de drench (aplicación dirigida al suelo) con la combinación de *Trichoderma* spp. y el enraizante correspondiente a cada tratamiento.

**Las aplicaciones se realizaron de la siguiente manera:**

**Primera aplicación:** al momento del trasplante por inmersión

**Segunda aplicación:** 15 días después del trasplante (DDT)

**Tercera aplicación:** 30 DDT

**Cuarta aplicación:** 45 DDT

**Quinta aplicación:** 60 DDT

El programa de aplicación se mantuvo durante los 60 DDT del cultivo con el fin de favorecer la colonización radicular por parte de *Trichoderma* spp. y estimular el crecimiento vegetativo.

#### **2.6.3.4. Tratamiento convencional (T3).**

El tratamiento convencional (T3) consistió en el manejo fitosanitario empleado habitualmente por el productor para la prevención de enfermedades durante el establecimiento del cultivo de fresa. Para ello, se utilizaron los fungicidas Thiophanate-methyl (Topsin) a una dosis de 1,5 g L<sup>-1</sup> y Captan a una dosis de 2,5 g L<sup>-1</sup>.

Al momento del trasplante, las plántulas fueron sometidas a una inmersión radicular durante 15 minutos en una solución preparada con Thiophanate-methyl (Topsin), con el propósito de proteger el sistema radicular frente a patógenos del suelo. Posteriormente, las aplicaciones se realizaron de forma alternada cada 15 días mediante Captan y Thiophanate-methyl (Topsin).

#### **2.7. Variables Respuesta.**

**Porcentaje de prendimiento:** Se realizó un conteo en campo de las plantas vivas y establecidas en cada unidad experimental a los 15 días después del trasplante (DDT). Posteriormente se calculó el porcentaje de prendimiento mediante la siguiente fórmula: % Prendimiento = (Plantas vivas / Total de plantas sembradas) × 100.

**Longitud radicular (cm):** Para la evaluación de esta variable se seleccionó una planta representativa de cada unidad experimental, obteniéndose un total de nueve plantas evaluadas. Las raíces fueron extraídas cuidadosamente para evitar daños mecánicos, posteriormente se lavaron para eliminar el suelo adherido y se midió la longitud de la raíz principal desde el cuello de la planta hasta el ápice radicular utilizando una regla graduada expresada en centímetros. Se evaluó a los 60 DDT.

**Altura de planta (cm):** Se seleccionaron y etiquetaron 10 plantas por unidad experimental. La medición se realizó desde la base de la corona hasta la inserción del foliolo más alto utilizando una regla graduada. Las evaluaciones se efectuaron a los 30 y 60 días después del trasplante (DDT).

**Número de estolones:** En las mismas 10 plantas seleccionadas por unidad experimental se contabilizó el número de estolones emitidos por planta. La evaluación se realizó a los 65 días después del trasplante (DDT).

## **2.8. Análisis estadístico**

Los datos obtenidos fueron organizados en hojas de cálculo y analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos.

En los casos que se encontraron diferencias estadísticas significativas se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey al 5 % de probabilidad) para identificar los tratamientos con mayor efecto sobre las variables evaluadas. El procesamiento estadístico se realizó mediante el programa InfoStat.



## CAPÍTULO III.

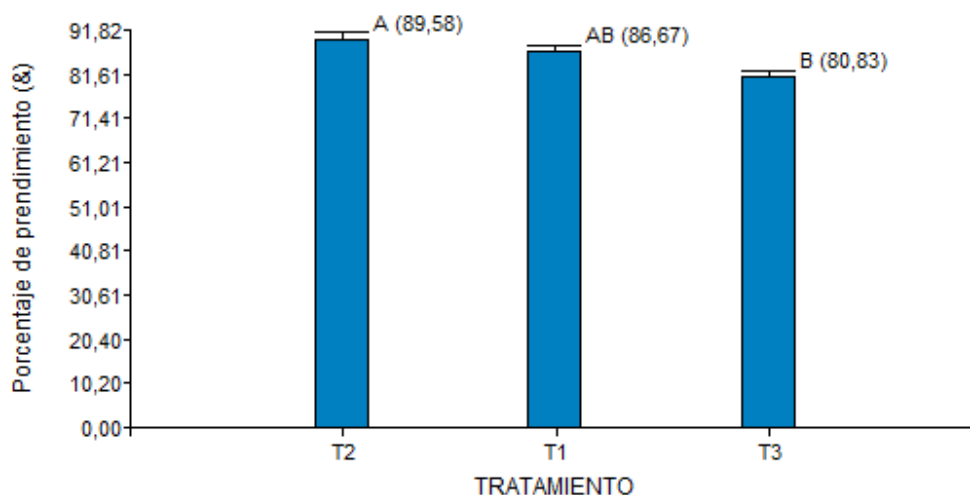
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Porcentaje de prendimiento

De acuerdo con el análisis de varianza, para la variable porcentaje de prendimiento (Anexo 1). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para tratamientos ( $p=0,0517$ ). El Coeficiente de Variación (CV) para esta variable es del 3,46%, lo que indica una adecuada precisión experimental. Estos resultados indican que la inoculación de *Trichoderma spp.* combinada con enraizantes comerciales influyó significativamente sobre el establecimiento inicial de las plantas de fresa variedad Monterrey durante el período de evaluación.

La prueba de Tukey al 5 % permitió identificar diferencias en el comportamiento de los tratamientos evaluados (Fig. 2). El tratamiento T2 alcanzó el mayor promedio de porcentaje de prendimiento con un 89,58 %, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T3 que registro un valor de 80,83 %. Mientras que el tratamiento T1 alcanzo un valor del 86,67 % de prendimiento, ubicándose en un rango intermedio de los demás tratamientos.

**Figura 2.** Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de prendimiento



Estos resultados concuerdan con lo reportado por **Poveda (2021)**, quien señala que *Trichoderma* spp. promueve el crecimiento vegetal mediante múltiples mecanismos, entre ellos la producción de compuestos bioactivos, la estimulación del desarrollo radicular y la inducción de mecanismos de resistencia, favoreciendo el establecimiento y el crecimiento inicial de diversos cultivos.

Asimismo, **Harman et al. (2004)** indican que las especies de *Trichoderma* establecen una relación simbiótica con las raíces, incrementando la eficiencia en la absorción de agua y nutrientes, además de favorecer la producción de metabolitos que estimulan el crecimiento vegetal. Estas características explican el mejor comportamiento observado en los tratamientos inoculados con el microorganismo.

De igual manera, **Huwasquiche et al. (2024)** reportaron que la aplicación de microorganismos benéficos en plantas de fresa mejoró variables relacionadas con el establecimiento y el crecimiento vegetativo, atribuyendo estos resultados al incremento de la actividad biológica de la rizósfera y a una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta.

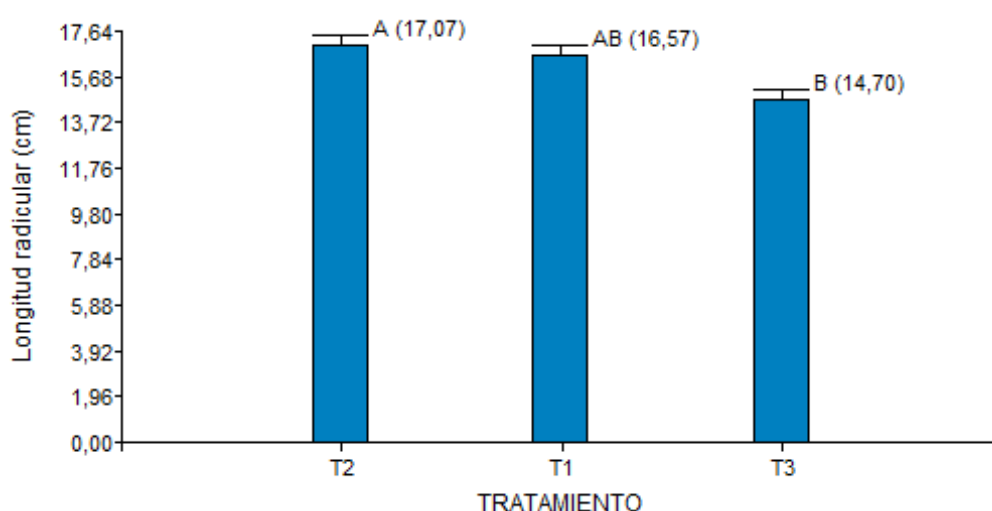
Un mayor porcentaje de prendimiento representa una ventaja durante el establecimiento del cultivo ya que permite obtener una población uniforme de plantas. Los resultados obtenidos evidencian el potencial de la combinación de *Trichoderma* spp. y Raizynr como una alternativa biológica para favorecer el establecimiento inicial de la fresa variedad Monterrey en condiciones de campo abierto.

### **3.2. Longitud radicular (cm)**

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable longitud radicular (Anexo 2), se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p=0,0368$ ). El coeficiente de variación (CV) es del 4,62%, lo que indica una adecuada precisión experimental. Evidenciando que la aplicación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes comerciales influyó sobre el desarrollo radicular de las plantas de fresa variedad Monterrey.

La prueba de Tukey al 5 % permitió identificar diferencias en el comportamiento de los tratamientos evaluados (Fig. 3). El tratamiento T2 alcanzó la mayor longitud radicular con un promedio de 17,07 cm diferenciándose estadísticamente del tratamiento convencional T3, que registró el menor valor con 14,70 cm. Por su parte, el tratamiento T1 presentó una longitud radicular promedio de 16,57 cm, ubicándose en un rango intermedio sin diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos.

**Figura 3.** Prueba de Tukey al 5 % para la variable longitud radicular



Estos resultados sugieren que la combinación de *Trichoderma spp.* con el enraizante (Raizynner) utilizado en T2 favoreció el desarrollo del sistema radicular durante la etapa de establecimiento del cultivo. Diversos estudios han demostrado que *Trichoderma* actúa como promotor del crecimiento vegetal mediante la colonización de la rizósfera y la estimulación de procesos fisiológicos asociados a la formación de raíces, incrementando la capacidad de absorción de agua y nutrientes por parte de la planta (Poveda, 2021).

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Huasasquiche et al. (2024), quienes observaron que la inoculación con microorganismos benéficos en fresa incrementó el crecimiento vegetativo y favoreció el desarrollo de la biomasa aérea y radicular, atribuyendo este efecto a una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y a la mejora de la actividad biológica de la rizósfera.

De igual manera, **Tulcan (2023)** señala que la aplicación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa favoreció el desarrollo longitudinal de las raíces, incrementando la capacidad de exploración del suelo y mejorando el establecimiento inicial de las plantas.

Desde el punto de vista agronómico tener un mayor desarrollo radicular representa una ventaja durante la etapa de establecimiento ya que permite una exploración más eficiente de suelo, mejora la absorción de agua y nutrientes y contribuye a una mayor tolerancia frente a condiciones de estrés. Por ello, los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de *Trichoderma spp.* combinada con enraizantes comerciales constituye una alternativa viable para promover el vigor inicial y el desarrollo radicular de plantas de fresa variedad Monterrey.

### **3.3. Altura de la planta a los 30 DDT**

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 30 DDT (Anexo 3), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p = 0,1710$ ). El coeficiente de variación para esta variable es de 1,39%. Esto indica que la inoculación de *Trichoderma spp.* combinada con diferentes enraizantes comerciales no influyó significativamente sobre el crecimiento en altura de las plantas de fresa variedad Monterrey durante la etapa inicial de establecimiento.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por **Huwasquiche et al. (2024)**, quienes señalaron que la respuesta de las plantas de fresa a la aplicación de microorganismos benéficos puede variar según la variable evaluada y las condiciones de cultivo, presentándose en algunos casos respuestas no significativas durante las primeras etapas de crecimiento. Asimismo, **Álvarez et al. (2018)**, mencionan que la inoculación de microorganismos benéficos favorece el desarrollo vegetativo de las plantas; sin embargo, la magnitud de la respuesta depende de factores ambientales y de la actividad microbiológica del suelo.

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos evaluados mantuvieron un crecimiento en altura similar al manejo convencional durante los primeros 30 días

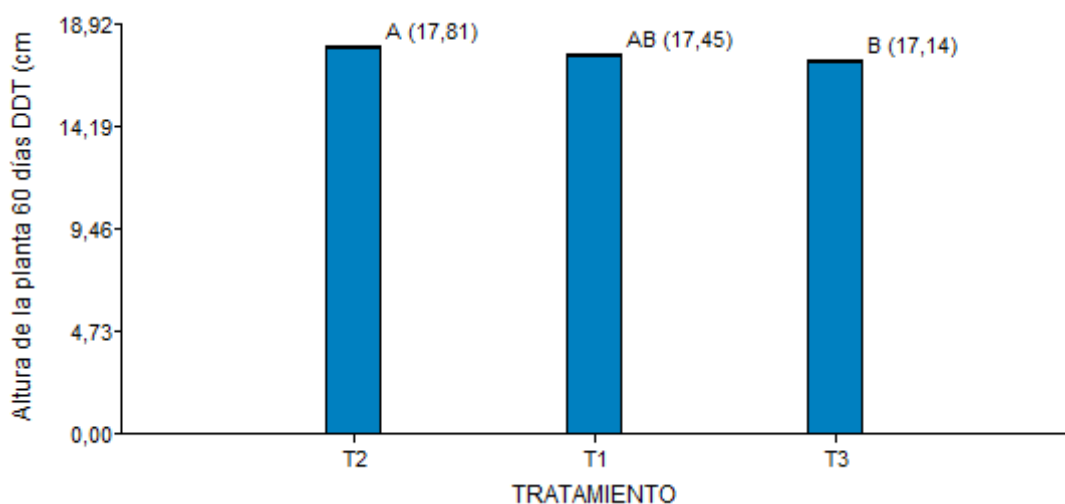
después del trasplante, sin evidenciar efectos negativos sobre el desarrollo inicial de las plantas de fresa variedad Monterrey.

### 3.4. Altura de la planta a los 60 DDT

De acuerdo con el análisis de varianza, para la variable altura de planta a los 60 DDT (Anexo 4). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p=0,0079$ ). El coeficiente de variación (CV) es del 0,73%, lo que indica una adecuada precisión experimental. Indicando que la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con enraizantes comerciales influyó sobre el crecimiento vegetativo de las plantas de fresa variedad Monterrey.

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % permitió identificar diferencias en el comportamiento de los tratamientos evaluados (Fig. 4). El tratamiento T2 alcanzó la mayor altura promedio con 17,81 cm. Por su parte, el tratamiento T1 alcanzo una altura promedio de 17,45 cm, ubicándose en un rango intermedio de los demás tratamientos., mientras que el tratamiento convencional T3 presentó el menor valor con 17,14 cm.

**Figura 4.** Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 60 DDT



Los resultados coinciden con lo reportado por **Martínez (2018)**, quien encontró que la aplicación de *Trichoderma* spp. produjo incrementos significativos en

variables relacionadas con el crecimiento vegetal, atribuyendo esta respuesta a una mayor eficiencia fisiológica y metabólica de las plantas. De igual manera, **Tulcan (2023)**, reportó que la aplicación de microorganismos benéficos favoreció el desarrollo vegetativo del cultivo de fresa, observándose mejoras en variables relacionadas con el crecimiento y adaptación de las plantas.

Asimismo, **Álvarez et al. (2018)**, señalan que la inoculación de microorganismos benéficos contribuye al desarrollo de raíces y hojas, favoreciendo indirectamente el crecimiento de la parte aérea mediante una mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes. Este efecto puede explicar el comportamiento observado en los tratamientos inoculados con *Trichoderma* spp., especialmente cuando se combinan con bioestimulantes radiculares.

### 3.5. Número de estolones

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable Número de estolones (Anexo 5), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p = 0,5297$ ). El coeficiente de variación para esta variable es de 11,79%. Lo que indica que la inoculación de *Trichoderma* spp. combinada con diferentes enraizantes comerciales no influyó significativamente sobre el número de estolones en las plantas de fresa variedad Monterrey durante el período de evaluación.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por **Huwasquiche et al. (2024)**, quienes encontraron que la inoculación con microorganismos benéficos promovió algunas variables de crecimiento vegetativo y no todas las características morfológicas respondieron de manera significativa.

Asimismo, **Álvarez et al. (2018)**, mencionan que los microorganismos benéficos pueden favorecer el desarrollo de raíces y hojas en fresa, aunque su efecto sobre otras variables vegetativas depende de factores ambientales y de la interacción entre el microorganismo y la planta.

Los resultados indican que los tratamientos evaluados mantuvieron una producción de estolones similar al manejo convencional, sin generar efectos negativos sobre esta característica. Esto demuestra que la aplicación de *Trichoderma spp.* y enraizantes puede emplearse para mejorar el establecimiento del cultivo sin alterar significativamente la capacidad de propagación vegetativa de la variedad Monterrey.

### **3.6. Comprobación de la hipótesis**

La comprobación de la hipótesis se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) aplicado a las variables porcentaje de prendimiento, longitud radicular, altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante, y número de estolones. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, debido a que al menos uno de los tratamientos con *Trichoderma spp.* combinado con enraizantes comerciales produjo diferencias significativas en variables relacionadas con el desarrollo radicular y el vigor vegetativo de las plantas.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

La evaluación de las características agronómicas durante la etapa de establecimiento permitió determinar que la aplicación de *Trichoderma spp.* combinada con enraizantes comerciales (Raizal y Raizynner) no produjo diferencias estadísticas significativas en altura de planta a los 30 DDT y número de estolones. Sin embargo, se evidenciaron diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento, altura de planta a los 60 DDT, siendo el tratamiento T2 (*Trichoderma spp.* + Raizynner) el que presentó el mayor crecimiento vegetativo.

La aplicación de *Trichoderma spp.* combinada con enraizantes comerciales influyó significativamente sobre el desarrollo radicular de las plantas de fresa variedad Monterrey. El tratamiento T2 registró la mayor longitud radicular y altura de planta a los 60 DDT, demostrando que esta combinación favoreció el vigor vegetativo y el establecimiento del cultivo en condiciones de campo abierto.

#### 4.2. Recomendaciones

Utilizar la combinación de *Trichoderma spp.* con el enraizante empleado en el tratamiento T2 durante la etapa de establecimiento del cultivo de fresa variedad Monterrey, debido a su efecto favorable.

Realizar evaluaciones durante todo el ciclo productivo del cultivo para determinar si los efectos observados en el desarrollo radicular y vegetativo se reflejan posteriormente en variables de rendimiento y calidad de fruto.

Evaluar diferentes dosis y frecuencias de aplicación de *Trichoderma spp.* y enraizantes comerciales con el fin de optimizar su respuesta agronómica bajo distintas condiciones de manejo y ambiente.



## CAPITULO V.- BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Caíta, J. F., & Fischer, G. (2020). Fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. *Corredor Tecnológico Agroindustria*, 23-26. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/520c1539-6a3a-4d81-9fb7-948ca18d1aa3/content>
- Aguilar Tlatelpa, M., Calderón Zavala, G., Gutiérrez Espinosa, M. A., Lobato Ortiz, R., Córdoba Téllez, L., Volke Haller, V., . . . Santacruz Varela, A. (2019). Huella genética de variedades de fresa obtenidas en el Colegio de Postgraduados México. *Nova scientia*, 11(22), págs. 186-206. doi:10.21640/ns.v11i22.1794
- Álvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.). *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33–42. doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04>
- Cano, M. A. (2011). INTERACCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN PLANTAS: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. UNA REVISIÓN. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15-31. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262011000200003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262011000200003&lng=en&tlng=es)
- Carrillo, O. S., Castellanos, L., & Céspedes, N. (2022). Alternativas biológicas para el manejo de enfermedades fúngicas radicales y producción más limpia de la fresa. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 13(1), 77–89. doi:<https://doi.org/10.24054/raaas.v13i1.2721>
- Céspedes, M. (2023). Efecto de bioestimulantes en la producción de fresa (*Fragaria vesca* L.) var. Monterrey bajo condiciones de siembra por cobertura y riego por goteo en el distrito de Marías, Dos de Mayo, 2023. *[Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/9373>

- Chaves, Á., Lasso, Z., Ruiz Eraso, M. H., & Benavides, O. (2013). Efecto de dos coberturas plásticas y tres láminas de agua en un cultivo de fresa. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30(1), 26-37. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104103>
- Chen, X., Lu, Y., Liu, X., Gu, Y., & Li, F. (2025). Trichoderma: Dual Roles in Biocontrol and Plant Growth Promotion. *Microorganisms*. doi:<https://doi.org/10.3390/microorganisms13081840>
- Cortés-Hernández, F. d., Alvarado-Castillo, G., & Sánchez-Viveros, G. (2023). Trichoderma spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 73-87. doi:<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>
- Fan, Z., & Whitaker, V. M. (2024). Genomic signatures of strawberry domestication. *THE PLANT CELL*, 36, 1622–1636. doi:<https://doi.org/10.1093/plcell/koad314>
- Fancelli, A. L. (2023). Aplicaciones y perspectivas del uso de Bioestimulantes y Biorreguladores en agricultura. *Simposio Fertilidad 2023*. Rosario, Argentina: Fertilizar Asociación Civil. Obtenido de [https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2023/06/13\\_Aplicaciones-y-perspectivas-del-uso-de-Bioestimulantes-y-Biorreguladores-en-agricultura.pdf](https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2023/06/13_Aplicaciones-y-perspectivas-del-uso-de-Bioestimulantes-y-Biorreguladores-en-agricultura.pdf)
- Fridell, S., & Svanberg, I. (2024). On the etymology of strawberry. *Studia Neophilologica*, 96(2), 303–310. doi:<https://doi.org/10.1080/00393274.2024.2329185>
- Garcés, E. I. (2022). *Determinación de una tecnología de producción orgánica en cuatro variedades del cultivo de fresa (Fragaria x ananassa D.) semi-hidropónico, bajo cubierta*. Riobamba: [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital ESPOCH. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16540>
- Google Earth. (2026). *Mapa*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-1.32201881,-78.68088783,3207.50007191a,1000d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAggBMikKJw olCiExOUFOY2gtbGdpM1pzYmZsY0paRlZ4bWg5eEV6djlfN0ogAToDCg EwQgIIAEoHCKWJvWgQAQ>

- Hancock, J. (2020). *Strawberries* (Segunda ed.). Oxfordshire: CABI Publishing. doi:<https://doi.org/10.1093/molbev/msab024>
- Hardigan, M. A., Lorant, A., Pincot, D. D., Feldmann, M. J., Famula, R. A., Acharya, C. B., . . . Bassil, N. (Junio de 2021). Unraveling the Complex Hybrid Ancestry and Domestication History of Cultivated Strawberry. *Molecular Biology and Evolution*, 38(6), 2285-2305. doi:<https://doi.org/10.1093/molbev/msab024>
- Holmes, G. (2024). The California Strawberry Industry: Current Trends and Future Prospects. *International Journal of Fruit Science*, 24(1), 115–129. doi:<https://doi.org/10.1080/15538362.2024.2342900>
- Huwasquiche, L., Ccori, T., Alejandro, L., Cántaro-Segura, H., Samaniego, T., & Solórzano, R. (2024). Interaction between *Trichoderma* sp., *Pseudomonas putida*, and Two Organic Amendments on the Yield and Quality of Strawberries (*Fragaria x annanasa* cv. San Andreas) in the Huaral Region, Peru. *Appl. Microbiol*, 1110–1123. doi:<https://doi.org/10.3390/applmicrobiol4030075>
- Infoagro. (2020). *El cultivo de la fresa*. Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_fresa.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp)
- Islas, I. (2025). *Enraizador para plantas: Aplicaciones y beneficios*. Obtenido de Hydro Environment - Innovación Agrícola en un click: <https://hydroenv.com.mx/enraizador-aprovechar-phyto-root-y-phyto-riza-en-tus-cultivos/>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Kirschbaum, D. S., Vicente, C. E., Cano-Torres, M. A., Gambardella, M., & Veizaga-Pinto, F. K. (2017). Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. *ISHS Acta Horticulturae*, 947 – 956. Obtenido de [https://www.actahort.org/books/1156/1156\\_140.htm](https://www.actahort.org/books/1156/1156_140.htm)
- Kubicek, C., Herrera-Estrella, A., Seidl-Seiboth, V., Martinez, D. A., Druzhinina, I. S., Thon, M., . . . Horwitz, B. A. (2011). Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of *Trichoderma*. *Genome Biology*, 12(4). doi:<https://doi.org/10.1186/gb-2011-12-4-r40>

- Lasluisa, H. (2023). “*EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE Trichoderma*”. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10964>
- LLahuen. (2026). *Ficha Técnica variedad Monterrey*. Obtenido de <https://www.llahuen.com/monterrey>
- Martínez, B., Infante, D., & Peteira, B. (2015). Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma*. *Rev. Protección Vegetal*, 30, 12. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30s1/rpv004s15.pdf>
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 1-11. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522013000100001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001&lng=es&tlng=es).
- Meteo Consult. (2026). *Tiempo Santa Rosa - Ecuador (Tungurahua) : prevision meteorologica gratis de 15 días*. Obtenido de <https://www.meteoconsult.es/tiempo-ecuador/ciudad-316684/previsiones-tiempo-santa-rosa-hoy>
- Mier-Tous, J.-M., Pineda-Vides, F., Hernández-Ureche, J., Troncoso-Palacio, A., Andrade-Perez, J., & Padilla-Barrios. (2023). Una revisión preliminar de la literatura sobre los retos en la agricultura sostenible de América Latina. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones (BILO)*, 5(1), 95–105. doi:<https://doi.org/10.17981/bilo.5.1.2023.09>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2025). *Mujeres tisaleñas referentes de la producción de fresa en Tungurahua*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/mujeres-tisalenas-referentes-de-la-produccion-de-fresa-en-tungurahua/>
- Morales-Mora, L. A., Andrade-Hoyos, P., Valencia-de Ita, M. A., Romero-Arenas, O., Silva-Rojas, H. V., & Contreras-Paredes, C. (2020). Characterization of strawberry associated fungi and in vitro antagonistic effect of *Trichoderma harzianum*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 434–449. doi:<https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2005-7>
- Morillo, J., Piccinetti, C. F., & Lattanzio, G. (2024). Efectos de la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el crecimiento y rendimiento de frutilla en la localidad de General Rodríguez, Buenos Aires, Argentina. *Revista MDA*, 5(2),

- 68-74. Obtenido de <https://www.sidalc.net/search/Record/oai:localhost:20.500.12123-21087/Description>
- Poveda, J. (2021). Trichoderma as biocontrol agent against pests: New uses for a mycoparasite. *Biological Control*, 159, 154. doi:10.1016/j.biocontrol.2021.104634
- Radi, M., Taoussi, M., Legrifi, I., Fahsi, N., Khadiri, M., Ibijbjen, J., . . . Lahlali, R. (2026). Integrated evaluation of Trichoderma isolates for the control of strawberry gray mold (*Botrytis cinerea*) and fruit quality preservation. *Microbial Pathogenesis*, 214(108437). doi:https://doi.org/10.1016/j.micpath.2026.108437
- Rementería, N., & Torres, K. (2024). *Sistemas de producción en el rendimiento del cultivo de fresa (Fragaria vesca) en condiciones del distrito de Paucartambo – Pasco*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/5207>
- Santacruz- Oviedo, V. R., Enciso-Garay, C. R., & García-Figueroa, E. I. (2020). Vernalizing pre-transplants improved the agronomic characteristics of strawberry genotypes under tropical conditions. *Caatinga*, 33(3), 653 – 659. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n308rc>
- Santosa, Y. T. (2026). *10 World's Biggest Country Producers of Strawberries*. Obtenido de THE SCIENCE AGRICULTURE: [https://www.scienceagri.com/2023/03/10-worlds-biggest-strawberries-producers.html?utm\\_source=chatgpt.com#google\\_vignette](https://www.scienceagri.com/2023/03/10-worlds-biggest-strawberries-producers.html?utm_source=chatgpt.com#google_vignette)
- Silva, R. C., Araújo, R., Oliveira, L. M., & Vasconcelos de Medeiros, F. H. (2025). Impact of Trichoderma-based products on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-40632025v5581360>
- Soto, J. O. (2003). Cultivo de la fresa en Perú. *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA - INIA*. Obtenido de [https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/589/1/Cultivo\\_Fresa.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/589/1/Cultivo_Fresa.pdf)
- Summit Agro. (2026). *TOPSIN TOP*. Obtenido de Summit Agro - Argentina: <https://summit-agro.com/ar/es/producto/topsin-top-fungicida-sistematico/>

- Tulcan, E. E. (2023). *Evaluación del efecto de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (Fragaria sp)*. Obtenido de <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f0357161-b492-4630-b18e-28002d9efdea/content>
- Vademécum Agrícola. (s.f.). Obtenido de [www.edifarm.com.ec](http://www.edifarm.com.ec)
- Valverde-Lucio, Y., Moreno-Quinto, J., Quijije-Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., & Gabriel-Ortega, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L). *ournal of the Selva Andina Research Society*, 18-28. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9518692>
- Verma, P., Chauhan, J. K., & Bodh, S. (2024). Plant Growth, Fruit Yield and Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) as Affected by Bioorganic Nutrient Sources. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 67. doi:<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2024230725>

## Anexos

### Anexo 1. *Análisis de Varianza para la variable porcentaje de prendimiento*

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|------|---------|
| BLOQUES     | 105,56 | 2  | 52,78 | 6,02 | 0,0622  |
| TRATAMIENTO | 119,10 | 2  | 59,55 | 6,79 | 0,0517  |
| Error       | 35,07  | 4  | 8,77  |      |         |
| Total       | 259,72 | 8  |       |      |         |

### Anexo 2. *Análisis de Varianza para la variable longitud radicular*

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| BLOQUES     | 1,24  | 2  | 0,62 | 1,11 | 0,4124  |
| TRATAMIENTO | 9,34  | 2  | 4,67 | 8,42 | 0,0368  |
| Error       | 2,22  | 4  | 0,55 |      |         |
| Total       | 12,79 | 8  |      |      |         |

### Anexo 3. *Análisis de Varianza para la variable altura de la planta a los 30 DDT*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| BLOQUES     | 0,04 | 2  | 0,02 | 1,64 | 0,3018  |
| TRATAMIENTO | 0,07 | 2  | 0,03 | 2,84 | 0,1710  |
| Error       | 0,05 | 4  | 0,01 |      |         |
| Total       | 0,15 | 8  |      |      |         |

### Anexo 4. *Análisis de Varianza para la variable altura de la planta a los 60 DDT*

| F.V.        | SC      | gl | CM      | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|-------|---------|
| BLOQUES     | 3,0E-03 | 2  | 1,5E-03 | 0,09  | 0,9157  |
| TRATAMIENTO | 0,67    | 2  | 0,34    | 20,54 | 0,0079  |
| Error       | 0,07    | 4  | 0,02    |       |         |
| Total       | 0,74    | 8  |         |       |         |

### Anexo 5. *Análisis de Varianza para la variable número de estolones*

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| BLOQUES     | 0,03 | 2  | 0,01 | 0,20 | 0,8276  |
| TRATAMIENTO | 0,11 | 2  | 0,05 | 0,75 | 0,5297  |
| Error       | 0,29 | 4  | 0,07 |      |         |
| Total       | 0,43 | 8  |      |      |         |

## **Anexo 6. Preparación del terreno y camas**



*Ilustración 1. Arado y elaboración de camas*



*Ilustración 2. Incorporación de cascarilla de arroz y abono orgánico de cuy*



*Ilustración 3. Medición de camas*





*Ilustración 4. Instalación del sistema de riego*



*Ilustración 5. Colocación del plástico en las camas*

## **Anexo 7. Trasplante y preparación del tratamiento**



*Ilustración 6. Señalización y perforación del plástico de las camas*





Ilustración 7. Incorporación de ácidos húmicos, fúlvicos y melaza como sustancia nutritiva

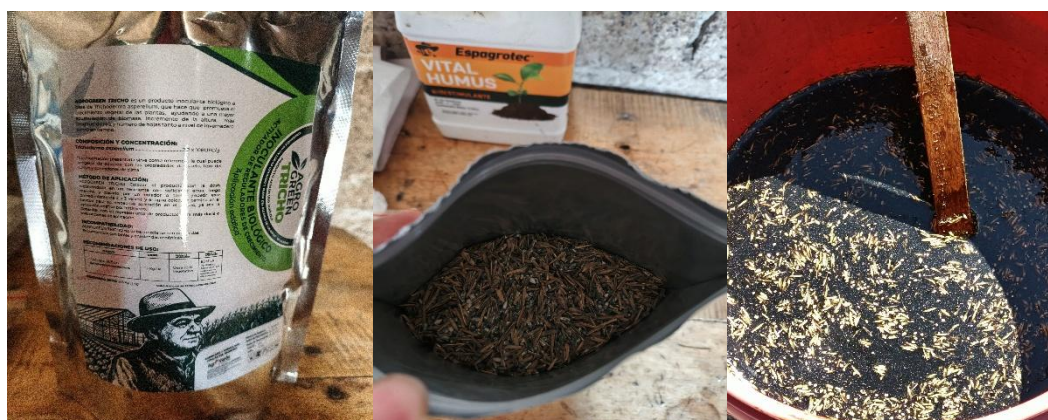


Ilustración 8. Incorporación de *Trichoderma* spp. en la solución nutritiva

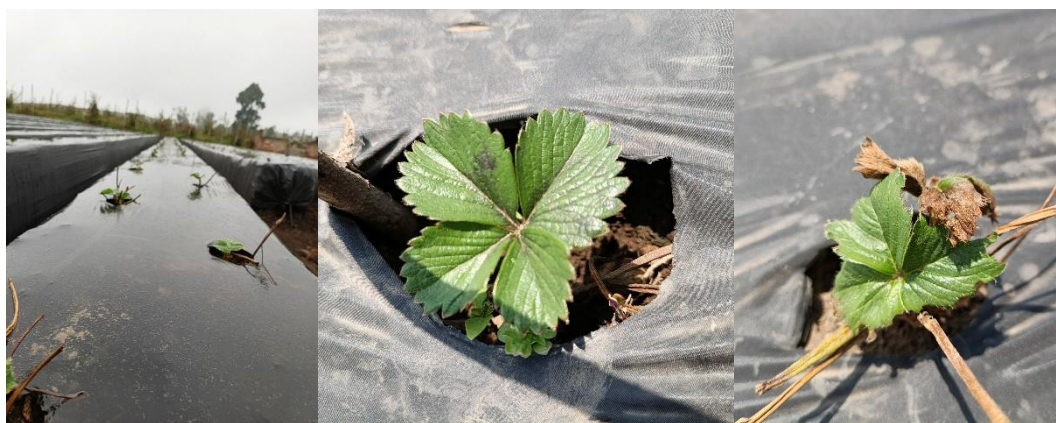


Ilustración 9. Inmersión de las plántulas de fresa en cada uno de los tratamientos





*Ilustración 10. Trasplante*



*Ilustración 11. Evaluación del porcentaje de prendimiento a los 15 DDT*

## **Anexo 8. Preparación y aplicación de los tratamientos**



*Ilustración 12. Preparación de los posteriores tratamientos*





*Ilustración 13. Aplicación de los tratamientos en campo*

## **Anexo 9. Toma de datos**



*Ilustración 14. Lavado y medida de la longitud de raíces*



*Ilustración 15. Registro de la altura de la planta*





*Ilustración 16. Conteo manual del número de estolones por planta de cada tratamiento*



*Ilustración 17. Distribución de la parcela con los diferentes tratamientos*

## **Anexo7. Datos de las variables respuesta**

**Tabla 5. Porcentaje de prendimiento**

| Tratamiento | Bloques |       |       |
|-------------|---------|-------|-------|
|             | I       | II    | III   |
| T1          | 91,25   | 87,5  | 81,25 |
| T2          | 90      | 92,5  | 86,25 |
| T3          | 87,5    | 78,75 | 76,25 |

**Tabla 6.** *Longitud radicular*

| Tratamiento | Bloques |      |      |
|-------------|---------|------|------|
|             | I       | II   | III  |
| T1          | 16,2    | 17   | 16,5 |
| T1          | 17,2    | 17,4 | 16,6 |
| T3          | 13,4    | 15   | 15,7 |

**Tabla 7.** *Altura de la planta a los 30 DDT*

| Tratamiento | Bloques |      |      |
|-------------|---------|------|------|
|             | I       | II   | III  |
| T1          | 7,89    | 7,64 | 7,79 |
| T1          | 7,92    | 7,99 | 7,88 |
| T3          | 7,86    | 7,56 | 7,7  |

**Tabla 8.** *Altura de la planta a los 60 DDT*

| Tratamiento | Bloques |       |       |
|-------------|---------|-------|-------|
|             | I       | II    | III   |
| T1          | 17,61   | 17,38 | 17,37 |
| T2          | 17,7    | 17,79 | 17,93 |
| T3          | 17,16   | 17,17 | 17,08 |

**Tabla 9.** *Número de estolones*

| Tratamiento | Bloques |     |     |
|-------------|---------|-----|-----|
|             | I       | II  | III |
| T1          | 2,6     | 2,1 | 2,1 |
| T2          | 2,6     | 2,3 | 2,4 |
| T3          | 1,9     | 2,3 | 2,3 |